

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
RECINTO UNIVERSITARIO SIMON BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**



TRABAJO DE DIPLOMA

**“EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE
AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS DE CIUDAD SANDINO”**

PRESENTADO POR:

Br. EYNAR ANTONIO LÓPEZ SÁNCHEZ. CARNET 2010-32805

Br. ELVIS AGUSTÍN CASTRILLO GÓMEZ. CARNET 2010-32694

PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO QUÍMICO

TUTOR:

MSC. SERGIO ENRIQUE ÁLVAREZ GARCIA.

MANAGUA, NICARAGUA.

18 DE SEPTIEMBRE 2017.

AGRADECIMIENTO

A DIOS SOBRE TODA LAS COSAS: Nuestro acompañante y soporte perpetuo, que nos ha dado fortaleza, valor y voluntad para superar las dificultades y salir siempre victoriosos.

A NUESTRO TUTOR: Msc. Sergio Enrique Álvarez García que con esmero nos atendió incansablemente y nos instruyó en la senda del saber.

A NUESTROS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS: Quienes emprendimos un recorrido de muchos sacrificios y dedicación desde el técnico medio hasta la culminación de los estudios de ingeniería química:

Br. Eynar Antonio López Sánchez

Br. Elvis Agustín Castrillo Gómez

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación está dedicado a mis padres, José Sánchez y Ana Castellón (Q.E.P.D), quienes con esmero, dedicación y amor me ayudaron a formarme como una persona de bien, inculcándome firmes valores éticos y morales, ahora fundamentos de mi ejercicio profesional.

Br. Eynar Antonio López Sánchez

Dedico, este trabajo de graduación, a mis padres, Gladys Gómez Mena y Juan Pablo Centeno, quienes son el pilar fundamental de mi formación moral, ética, espiritual y profesional. Así mismo, lo dedico, con especial amor, a mi hija Alondra Castrillo Ríos, el regalo más grande que Dios me ha dado.

Br. Elvis Agustín Castrillo Gómez

RESUMEN

Ciudad Sandino tiene un sistema deficiente de recolección, disposición y tratamiento de las aguas servidas. Este da cobertura a menos del 50% de la población, la cual utiliza letrinas, pilas y fosas sépticas para la disposición de las aguas negras; las aguas grises las lanza en la vía pública, lo que genera problemas ambientales, de salud, económicos y sociales. Para resolver esta problemática la Alcaldía Municipal, en coordinación con ENACAL, desarrolla un proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Ciudad Sandino, que actualmente tiene una capacidad de tratamiento de 90 L/s, para llevarla en esta segunda etapa a una capacidad de 180 L/s. Se le agregará un reactor UASB con un desarenador de 540 L/s, un tanque desengrasador, tamices estáticos y un laberinto de cloración.

Este proyecto se ubica en la categoría II, según la clasificación del Sistema de Evaluación Ambiental del país, por lo que requiere de un Estudio del Impacto Ambiental (EIA) que generarán sus actividades y la puesta en práctica de un Plan de Manejo Ambiental (PMA), para crear su viabilidad ambiental, y permitir la ejecución y puesta en operación de la PTAR.

En el presente trabajo de graduación, se realizó una Evaluación de Impactos Ambientales, que abarcó la caracterización de este proyecto. La identificación y cumplimiento de los instrumentos legales de carácter ambiental aplicables a este proyecto han sido la Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 217), el Sistema de Evaluación Ambiental (Decreto 76-2006) y las Disposiciones para el control de las contaminaciones provenientes de las descargas de aguas residuales (Decreto 33-95). Al establecer la línea base ambiental del proyecto, se identificó que la planta se localiza en una zona de inestabilidad geológica, por lo que está sometida a amenazas sísmicas, volcánicas y de inundaciones.

Se ha identificado 28 impactos potenciales al ambiente, 18 de los cuales generan afectaciones negativas, que según su importancia, se valoran como compatibles y moderados. Se generan 10 potenciales impactos positivos, con calificaciones que varían de moderados a severos. Los factores ambientales con potenciales impactos positivos por las actividades del proyecto son el medio social, seguido por la hidrología y aguas subterráneas. Este resultado es de esperarse, ya que la justificación del proyecto es, precisamente, brindarle una mejor calidad de vida a las comunidades que se conectan al sistema de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales, así como disminuir la contaminación de los cuerpos superficiales y aguas subterráneas, debido al vertimiento descontrolado de las aguas servidas.

Con la adopción de las medidas preventivas y de mitigación, estructuradas mediante el programa de manejo ambiental, se abordarán todos aquellos aspectos que inciden negativamente sobre el entorno, creando las condiciones para la viabilidad ambiental del proyecto, para su construcción y operación.

Tabla de contenido	Páginas
AGRADECIMIENTO.....	1
DEDICATORIA.....	2
RESUMEN	3
LISTADO DE TABLAS	6
LISTADO DE FIGURAS	7
LISTADO DE FIGURAS	8
LISTADO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	9
I. INTRODUCCION	10
II. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo General	12
2.2. Objetivos Específicos	12
III. MARCO TEORICO	13
3.2. Objetivos de la evaluación de impacto ambiental.	14
3.3. Plan de Gestión Ambiental	14
3.3.1. Contenido del Plan de Medidas Ambientales	15
3.3.2 Tipo de Medidas Ambientales	15
3.4. Características de la evaluación de impacto ambiental.....	16
3.5. Campo de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.	17
3.6. Etapas de la Evaluación de Impacto Ambiental	18
3.6.1. Etapa Inicial (Evaluación Ambiental Preliminar)	18
3.6.2. Etapa de Preparación y Análisis	19
3.6.3. Calificación y Decisión.....	19
3.6.4. Seguimiento y Control.	20
3.7 Limitantes del presente trabajo monográfico.	20
IV. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACION.....	20
4.1. Tipo de Investigación	20
4.2. Diseño de la Investigación	21
4.3. Determinación del universo de estudio de la investigación.....	21
4.4.1. Fase de caracterización del proyecto y su entorno jurídico ambiental.	24
4.4.2. Fase de identificación de impactos, predicción y valoración de potenciales impactos ambientales.....	30
4.4.3. Fase de formulación de propuestas ambientales	37
V. RESULTADOS.....	38
5.1. Caracterización del proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino conforme los requerimientos legales de carácter ambiental del país.....	38
5.1.1 Descripción del Proyecto Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino. Fase I.....	41
5.1.1.1 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales existente.	41
5.1.1.2 Elementos del proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.....	43
5.1.1.3. Descripción de las tecnologías y equipos para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino.....	44
5.1.1.4. Predicción de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de efluente	50

5.2 ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DEL MARCO INSTITUCIONAL, LEGAL Y NORMATIVO AMBIENTAL DEL PAIS, APLICABLE AL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD SANDINO-FASE I, PARA EVALUACION DE SU IMPACTO AMBIENTAL.	51
5.2.1. Sistema de evaluación ambiental.....	52
5.2.2. Sector agua potable y saneamiento	52
5.2.3. Regulaciones de vertidos de aguas residuales	55
5.3. LÍNEA BASE AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA PROYECTO	56
5.3.1. Área de influencia del proyecto	56
5.4. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO.....	81
5.4.1 Identificación de las actividades del proyecto en sus diferentes etapas..	81
5.4.1.1 Etapa de Construcción	81
5.4.2 Identificación de impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas.	82
5.4.3 Valoración de los impactos ambientales.	83
5.4.4. Valoración cualitativa de los impactos ambientales significativos.	91
5.5 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL ORIENTADO A PREVENIR, MITIGAR, CORREGIR COMPENSAR Y RESTAURAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS GENERADOS POR EL PROYECTO.....	98
5.5.1 Medidas Ambientales	98
5.5.2. Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia.....	105
VI. CONCLUSIONES	108
VII. Recomendaciones.....	112
VIII. Bibliografía	113
ANEXOS	115

LISTADO DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Matriz de causa-efecto (Modificada de la matriz de Leopold).	30
Tabla 2. Matriz modificada de Leopold para valoración de impactos.	36
Tabla 3. Análisis de Calidad de Aguas tratadas en el Reactor UASB.	42
Tabla 4. Límites Máximos para la Descargas de Aguas Residuales Receptores para poblaciones más de 75 000 habitantes.	44
Tabla 5. Cálculo de Caudales de Bombeo	45
Tabla 6. Caudal de Diseño para las Estaciones de Bombeo.	46
Tabla 7. Dimensiones de la Estación de Bombeo.	46
Tabla 8. Carga de las Bombas	46
Tabla 9. Dimensiones modular del Reactor UASB.	47
Tabla 10. Caudal modular del Reactor UASB.	48
Tabla 11. Dimensiones del laberinto de cloración y tiempo de retención.	49
Tabla 12. Predicción de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del efluente.	51
Tabla 13. Instrumentos legales ambientales del sector agua y saneamiento aplicables al Proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de Ciudad Sandino, Fase I.	53
Tabla 14. Características de los volcanes del área de influencia del proyecto.	68
Tabla 15. Especies de árboles inventariadas en el área de influencia del proyecto.	75
Tabla 16. Matriz de causa-efectos (modificada de Leopold) de los impactos ambientales.	84
Tabla 17. Matriz de aplicación de los criterios para la evaluación de los impactos	86
Tabla 18. Matriz de expresión cuantitativa del valor de los impactos	88
Tabla 19. Plan de Gestión Ambiental del Proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Ciudad Sandino”.	99
Tabla 20. Calidad del área de influencia sin proyecto.	105
Tabla 21. Calidad de área de influencia con la ejecución del proyecto.	107

LISTADO DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Elementos de la Metodología de Evaluación de Impactos Ambientales del Proyecto de Ampliación de la Planta de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.	23
Figura 2 Microlocalización del proyecto de ampliación de PTAR existente y proyectado.	39
Figura 3. Esquema de la PTAR de Ciudad Sandino – Condición actual.	40
Figura 4. Flujograma conceptual de la Planta de Tratamientos de Aguas residuales Domesticas de Ciudad Sandino y esquema fotográfico del flujo del proceso real actualmente en funcionamiento.	42
Figura 5. Área de influencia indirecta del proyecto de ampliación de la PTAR de Ciudad Sandino.	58
Figura 6. Características geológicas de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.	61
Figura 7. Características hidrológicas de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.	63
Figura 8. Uso de suelos en el área de influencia del proyecto: Pastizales, cercas vivas de árboles de Chilamate, Cultivo de Sorgo.	64
Figura 9. Mapa de Amenaza Sísmica de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.	66
Figura 10. Mapa de Amenaza Volcánica de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.	67
Figura 11. Mapa de Amenaza por Inundación de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.	69
Figura 12. Problemas con la Colectora del Alcantarillado Sanitario de Ciudad Sandino.	70
Figura 13. Descarga de aguas residuales y pluviales de la Empresa Alpha Textil en el cauce.	71
Figura 14. Descarga de aguas residuales de la Zona Franca Saratoga.	72
Figura 15. Vertido de aguas residuales crudas en el Cauce de Los Brasiles.	73
Figura 16. Estancamiento de aguas residuales producto de la acumulación de desechos sólidos lanzados en las cunetas.	73
Figura 17. Acumulación de residuos sólidos	74
Figura 18. Poblador vendiendo garrobos, sobre la vía pública	76
Figura 19. Paloma de Castilla - <i>Columba livia</i>	76
Figura 20. Gallina Domestica - <i>Gallus gallus domesticus</i>	76

LISTADO DE FIGURAS

	Página
Figura 21. Paloma Alas Blanca - <i>Zenaida Melosa</i>	76
Figura 22. Pijul - <i>Crotophaga Sulcirostri</i>	76
Figura 23. Zanate Clarinero - <i>Quiscalus nicaraguensis</i>	77
Figura 24. Gorrión Común- <i>Passer domesticus</i> .	77
Figura 25. Cierito Güis - <i>Pitangus sulphuratus guatemalensis</i>	77
Figura 26. Caballo - <i>Equus ferus</i>	77
Figura 27. Vaca - <i>Bos Primigenius Taurus</i>	77

LISTADO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ASTM	American Society for Testing and Materials – Sociedad Americana para pruebas y materiales.
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INIDE	Instituto Nicaragüense de Información para el Desarrollo
INIFOM	Instituto Nicaragüense para el Fomento Municipal
LBA	Línea Base Ambiental
MARENA	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
PGA	Plan de Gestión Ambiental
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PVC	Cloruro de Polivinilo
TdR's	Términos de Referencia
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket – Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente.
NMP	Número Más Probable de colonia de bacterias que se forman.

I. INTRODUCCION

Ciudad Sandino carece de un sistema adecuado de recolección, disposición y tratamiento de las aguas servidas. La población urbana, utiliza letrinas, pilas y fosas sépticas para la disposición de las aguas negras, vierte las aguas grises sobre las vías, provocando un deterioro físico y ambiental en el Municipio. Solamente una parte del Municipio, cuenta con drenaje pluvial en las vías revestidas con algún tipo de tratamiento. Existe un número reducido de cunetas, andenes y/o canales naturales en los bordes de las vías, que transportan las escorrentías de las áreas urbanas y áreas perimetrales al casco urbano, hacia los cauces del sistema primario. El arrastre de sedimentos ha provocado atascamiento en las tuberías, afectando la conducción de las aguas pluviales.

Para resolver esta urgente problemática ambiental, que pone en riesgo de contaminación a los recursos hídricos del Municipio de Ciudad Sandino y las regiones aledañas, la Alcaldía Municipal, en coordinación con ENACAL, desarrollan el Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario, que contempla la implementación de un sistema de colección, transmisión, tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas, el cual tendrá una capacidad de tratamiento de 270 L/s, de aguas residuales domésticas, demanda proyectada para el año 2030.

Dada la limitante de fondo para la ejecución de este proyecto, se ha estado desarrollando por fases, y en el año 2009 se construyó la PTAR con una capacidad de 90 L/s (7 776 m³/día). La ejecución de este proyecto, continuará con fondos del Banco Mundial para construir la Fase I de la Ampliación de la PTAR, que consiste en la construcción de un Reactor UASB, llevando la capacidad de tratamiento a 180 L/s, contará con un desarenador de 540 L/s, un tanque desengrasador, tamices estáticos y un laberinto de cloración.

Una planta de tratamiento de aguas residuales en operación, es una medida de mitigación para la reducción de los impactos que se generan al recurso hídrico por la descarga de aguas residuales a un cuerpo receptor, pero también su construcción y funcionamiento genera impactos al medio ambiente, por lo que debe contar con un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

En el presente trabajo de graduación, se realizó la Evaluación de Impactos Ambientales que se generarían con la construcción y puesta en funcionamiento del Proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino en su FASE I y se demostró su viabilidad ambiental, para obtener el Permiso Ambiental, para su construcción y operación.

Se realizó la caracterización de este proyecto clasificándolo en la Categoría II, de acuerdo al Sistema de Evaluación Ambiental del país, requiriendo de un EIA con sus correspondientes Planes de Manejo Ambiental para lograr su viabilidad ambiental.

Los principales instrumentos legales de carácter ambiental aplicables a este proyecto han sido la Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 217), el

Sistema de Evaluación Ambiental (Decreto 76-2006) y el Decreto 33-95, que establece las disposiciones para el control de la contaminación proveniente de descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias.

La PTAR, trata las aguas residuales domésticas que genera la población de Ciudad Sandino, está ubicada en Los Brasiles, Municipio de Mateare, por tal razón el área de influencia del proyecto, cubre los Municipios de Ciudad Sandino y Mateare, tiene una superficie de 39 950 m², de los cuales 12 400 m² ocupa la planta. Se localiza en una zona de inestabilidad geológica por lo que está sometida a amenazas sísmicas asociadas a la actividad volcánica y amenazas de inundaciones.

Se ha identificado 28 impactos potenciales al ambiente, 18 de los cuales generan afectaciones negativas, que según su importancia, se valoran como compatibles y moderados. El componente aire y ruido, es sometido a los mayores potenciales impactos negativos, le siguen el suelo y las características socioeconómicas que se manifiestan en los riesgos asociados a las actividades de construcción, transporte de materiales y equipos, manejo inadecuado de los drenajes y desechos durante la etapa de construcción, así como los riesgos de accidente del personal durante la operación del sistema.

Se generan 10 potenciales impactos positivos, con calificaciones que varían de moderados a severos. Los factores ambientales con potenciales impactos positivos por las actividades del proyecto son el medio social, seguido por la hidrología y aguas subterráneas. Este resultado es de esperarse, ya que la justificación del proyecto es brindarles una mejor calidad de vida a las comunidades que se conectan al sistema de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales, así como disminuir la contaminación de los cuerpos superficiales y aguas subterráneas debido al vertimiento descontrolado de las aguas servidas. Otros factores con impactos positivos son el suelo, el aire y ruido, y el paisaje, debido a que se disminuye la contaminación del suelo por infiltraciones, los malos olores y la eliminación de aguas residuales sin tratamiento en los cauces de la zona.

Con la adopción de las medidas preventivas y de mitigación, estructuradas mediante el programa de manejo ambiental, se atenderán aspectos que inciden negativamente sobre el entorno, creando las condiciones para la viabilidad ambiental del proyecto. La ejecución de este proyecto y su puesta en funcionamiento, contribuirá a superar la problemática ambiental relacionada con el manejo de las aguas residuales domésticas del municipio, que generan problemas locales de contaminación y saneamiento ambiental, teniendo efectos directos en la mejora de calidad de vida, así como la salud de los habitantes. También generará mejoras en la calidad del aire, suelos y paisaje, así como la protección del Lago Xolotlán y de las aguas subterráneas del acuífero del sector, que actúan como cuerpos receptores.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar los impactos ambientales generados por el proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de Ciudad Sandino Fase I.

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1. Caracterizar el proyecto conforme los requerimientos legales de carácter ambiental del país.
- 2.2.2. Definir el marco legal ambiental del país aplicable al proyecto para realizar el estudio de evaluación de impacto ambiental.
- 2.2.3. Establecer la línea base ambiental del área de influencia del proyecto.
- 2.2.4. Identificar los impactos ambientales generados por el proyecto.
- 2.2.5. Evaluar los impactos ambientales generados por el proyecto.
- 2.2.6. Formular el programa de gestión ambiental orientado a prevenir, mitigar, corregir, compensar y restaurar los impactos ambientales negativos generados por el proyecto.

III. MARCO TEORICO

3.1. Conceptualización de la Evaluación de Impacto Ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se constituye en una de las herramientas de protección ambiental que; apoyada por la institucionalización, acorde con las necesidades de los distintos países; fortalece la toma de decisiones a través de políticas, programas y proyectos. Por otra parte, la EIA es vista como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de la actividad humana, permitiendo maximizar los beneficios y reducir los impactos no deseados.

No estarían excluidas sin embargo, las consideraciones sobre posibles impactos positivos, ya que también habría que incorporarlas a la toma de decisiones. La evaluación va a convertirse en una ponderación del peso relativo de los impactos positivos, negativos y aquí el concepto de "impacto" está concebido en el más amplio sentido, para referirse a este no solo como efecto físico, material, sino también y no menos importante, como consecuencia social, económica y cultural.

Esta evaluación, y de ahí su real valor, soporta el proceso de toma de decisiones por el que se autoriza o desestima la ejecución de un proyecto de obra o actividad. Para esto y particularmente en los casos más complejos, es muy recomendable obligar al promotor de la actividad a presentar diversas alternativas que permitan a la autoridad de aprobación escoger la que a su juicio es de menor impacto negativo. Este estudio de alternativas es considerado por algunos la piedra angular de la evaluación de impacto ambiental.

Conforme el PNUMA, en su Resolución 14/25 de 1987, la EIA es: “la determinación previa que con miras a lograr un desarrollo adecuado y sostenible, se hace de los efectos que una actividad dada que se ha planeado realizar podría tener sobre el medio ambiente cuando por su alcance, naturaleza y ubicación dicha actividad puede afectarlo considerablemente.”

La Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua, en su Artículo 5, define la EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, de la siguiente manera “Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) el instrumento de política y gestión ambiental formado por el conjunto de procedimientos, estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el ambiente”.

En el Decreto 76-2006, la Evaluación Ambiental se define como un “proceso compuesto de actos administrativos que incluye la preparación de estudios, celebración de consultas públicas y que concluyen con la autorización o denegación por parte de la Autoridad competente, nacional, regional o territorial”.

La Evaluación Ambiental es utilizada como un instrumento para la gestión preventiva, con la finalidad de identificar y mitigar posibles impactos al ambiente de planes, programas, obras, proyectos, industrias y actividades, de conformidad a este Decreto y que incluye: la preparación de Estudios, celebración de consultas públicas, y acceso a la información pública para la toma de decisión.

3.2. Objetivos de la evaluación de impacto ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental tiene el propósito primordial de valorar y proporcionar la información de los probables efectos ambientales de una obra o actividad a los encargados de tomar decisiones, en forma tal que permita, de ser necesario, aprobar condicionadamente o denegar la ejecución de un proyecto de obra o actividad, estableciendo los procedimientos adecuados a esos fines, en atención a lo cual tendrá los objetivos específicos siguientes:

- Asegurar que los problemas potenciales a ocasionar al medio ambiente, sean debidamente previstos e identificados en una etapa temprana del diseño y planificación del proyecto, presentando opciones para la toma de decisiones.
- Examinar en qué forma el proyecto puede causar daños a la población, a comunidades, a otros proyectos de desarrollo social y al medio ambiente en general.
- Identificar medidas para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar los posibles impactos negativos, realzar los posibles impactos positivos, según proceda, estableciendo las vías para mejorar la conformación de la obra o proyecto.
- Propiciar la evaluación, valoración económica de los efectos ambientales previstos y el costo de su reducción.

3.3. Plan de Gestión Ambiental

El Plan o programa de Gestión Ambiental (PGA), tiene por objeto mejorar el desempeño ambiental, con acciones que permitan enfrentar eficientemente los impactos que se presenten durante todas las etapas del proyecto. El Programa de Gestión Ambiental estará bajo la responsabilidad del proponente, quien será el responsable de los resultados técnicos presentados. El PGA deberá ser elaborado por al menos un especialista con experiencia en gestión ambiental.

Se deberá escribir en prosa el contenido explicativo de todos los planes establecidos en el Programa de Gestión Ambiental. Cada plan deberá incluir generalidades y objetivos (generales y específicos).

Para la elaboración de los planes deberá tomarse en cuenta los impactos, riesgos identificados y analizados así como las características del proyecto, todo presentado en el perfil de proyecto.

El PGA debe incorporar, como mínimo los siguientes planes específicos:

1. Plan de medidas ambientales.
2. Plan de monitoreo.
3. Plan de control y seguimiento.

Y según las necesidades, incluir

4. Plan de contingencia ante riesgos.
5. Plan de capacitación y educación ambiental.

3.3.1. Contenido del Plan de Medidas Ambientales

El plan de medidas ambientales tiene por objetivo implementar acciones ante la alteración negativa de uno o más de los factores ambientales, provocado por la acción del proyecto en sus diferentes etapas, y en sus áreas de influencia directa e indirecta.

Todo plan de medidas ambientales debe contener al menos los siguientes aspectos:

3.3.2 Tipo de Medidas Ambientales

Medida de Mitigación: Acción o conjunto de acciones destinadas a reducir los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, que no puedan ser evitados.

Medidas de Remediación: Conjunto de acciones a través de los cuales se intenta recuperar las condiciones y características naturales del ambiente que ha sido dañado.

Medidas de Compensación: Acciones destinadas a subsanar, todo lo que fuere dañado en forma irreversible, por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

La información que se describe a continuación deberá ser presentada en los siguientes cuadros para la elaboración **del Plan de Medidas Ambientales (mitigación, remediación y compensación)**.

- **Impactos a mitigar, remediar y compensar:** Describir el efecto que causa un impacto a determinado factor ambiental.
- **Efecto a corregir sobre un factor ambiental:** Describir el efecto que se pretende corregir sobre un factor ambiental a través de la medida.

- **Descripción de las medidas:** Se deben desarrollar las medidas de mitigación, remediación y compensación que se propone implementar.
- **Etapas del proyecto:** Especificar el momento dentro del ciclo del proyecto en el cual debe realizarse la medida.
- **Frecuencia de Ejecución:** Especificar la periodicidad con que se ejecutará la medida propuesta. (diario, semanal, mensual, trimestral y anual).
- **Costo de la Medida:** Indicar el monto destinado para la implementación de la medida.
- **Responsable de la gestión de la medida:** Especificar sobre quién recae la responsabilidad directa por el cumplimiento de la medida, mencionando nombres y cargo.

3.4. Características de la evaluación de impacto ambiental.

- Énfasis preventivo:** Se trata de identificar los elementos de riesgo para eliminarlos, paliar su incidencia, o en su caso, aconsejar el desistimiento de la acción. Pretende identificar, predecir e interpretar los impactos directos e indirectos que una actividad en particular, en caso de ser ejecutada, podría producir al ambiente humano, a la biodiversidad, al suelo, subsuelo, agua, aire, clima y también el paisaje. Es un instrumento preventivo de gestión, “destinado a identificar y corregir con anticipación los impactos ambientales negativos derivados de acciones humanas, optimizar aquellos de carácter positivo.
- Ponderación:** Constituye un proceso de análisis de resultados que produce consecuencias jurídicas específicas, constituye un procedimiento de análisis de resultados ambientalmente anticipables de una decisión contemplada sin que deba confundirse con esta, ni sustituir la responsabilidad de que finalmente habrá de pronunciarse. Este no debe ser un documento decisorio ni incluir recomendaciones de alcance planificador, es una útil batería de técnicas que pueden ayudar al planificador, al político y al público afectado en el proceso de toma de decisiones.
- Integración:** Se trata de utilizar un enfoque sistemático e interdisciplinario que asegure el concurso integrado de las ciencias sociales y naturales en los procesos de toma de decisiones que pueden tener un impacto en el medio ambiente, por ello deben concurrir expertos de todas las disciplinas implicadas ponderándose los distintos efectos que las acciones previstas habrán de tener en los respectivos ámbitos e interacciones. El producto final debe tener un fundamento fáctico, científico y legal.
- Participación:** Está relacionada desde sus orígenes con la tradición anglosajona de las encuestas, audiencias públicas por lo que se hace especial hincapié en la garantía de que a lo largo de este procedimiento y en sus distintos momentos serán

oídos los afectados por la decisión final, que pueden ser las comunidades y los sujetos inmediatamente implicados, sino grupos que defienden intereses indirectamente en juego, habrán de ser oídos y consultados organismos con competencias concurrentes.

- e. **Naturaleza jurídica:** Desde sus inicios se ha considerado que la Evaluación de Impacto Ambiental es un procedimiento administrativo, cuya finalidad es identificar, predecir e interpretar los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá en caso de ser ejecutado. La EIA tiene un claro carácter incidental, puesto que no es más que una parte, aunque de gran importancia, del procedimiento global de control previo, o sea, del expediente aprobatorio, en cuyo seno (y sólo en él) cobra virtualidad. Su realización es imprescindible, por lo que el procedimiento incidental tiene carácter esencial. Por ello, si llegara a prescindirse de la previa evaluación, la consecuencia sería la nulidad del acto decisorio.

3.5. Campo de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.

Existen dos sistemas reconocidos en el derecho comparado.

- **Sistema discrecional** Con arreglo al cual no se especifica cuáles son los proyectos de obras o actividades que deben someterse a dicha evaluación, llamado modelo estadounidense, que quedó establecido en la Ley de política nacional ambiental estadounidense de 1969, sin embargo se han ido acotando por la jurisprudencia.
- **Sistema reglado** Dentro del cual se especifican uno a uno los proyectos de obras u actividades a evaluarse. Modelo europeo o modelo de listas, que prevalece en los países de Europa, formulación detallada de listas en los casos de evaluación. Estas listas europeas se han ido volviendo más flexibles con la introducción de disposiciones más amplias que permiten a las administraciones incluir o excluir determinados proyectos según las circunstancias. En Latinoamérica prevalece el sistema de listas.

En Nicaragua prevalece el sistema de listas, en el Artículo 15 del Decreto 76-2006, Sistema de Evaluación ambiental (SEA) Nicaragua, se determinan los planes, proyectos y obras divididos por categorías que serán objeto de EIA, en una lista taxativa, que no admite flexibilidad.

En muchos países se ha incurrido en el error inicial de pretender que la EIA prevenga todos los problemas ambientales, sin considerar que es un instrumento de excepción que sólo puede operar de modo adecuado si está inserta dentro de un sistema que incluye mecanismos preventivos indispensables como son la evaluación ambiental estratégica y la ordenación ambiental del territorio. La EIA es un proceso complejo y costoso, tanto para el promotor como para la propia administración, su aplicación por consiguiente debe restringirse a ciertos casos que verdaderamente lo ameriten.

3.6. Etapas de la Evaluación de Impacto Ambiental

Un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos claves al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales. Como todo procedimiento, el de Evaluación de Impacto Ambiental consta de etapas, claramente definidas y diferenciadas entre ellas. (Espinoza, 2001) Reconoce cuatro etapas, en las que el proyectista o la oficina evaluadora intervienen, son las siguientes:

- Etapa inicial, se identifica y clasifica el proyecto desde una perspectiva meramente ambiental.
- Preparación y análisis.
- Calificación y decisión.
- Seguimiento y control.

3.6.1. Etapa Inicial (Evaluación Ambiental Preliminar)

En esta etapa, el proyectista, a través de un “formulario ambiental”, le comunica a la oficina evaluadora su intención de llevar a cabo un proyecto. El formulario cuyo uso se ha generalizado en la mayoría de los países centroamericanos, “tiene como fin la presentación de la actuación productiva que se desea desarrollar por parte del promotor”.

La información que el proyectista debe proveer en esta etapa es muy genérica, pero se puede resumir en los siguientes cuatro puntos:

- Información general del proyectista.
- Aspectos de mayor relevancia del proyecto.
- Área que involucra el proyecto.
- Medidas de mitigación a adoptar, para que el proyecto sea realizable.

En esta etapa, la oficina evaluadora analiza “elementos característicos de la actividad o proyecto, en función de las condiciones ambientales del terreno y la zona donde éste se ubicará, junto a otros factores externos. El fin de esta evaluación inicial es la calificación ambiental de la actividad o proyecto y la determinación o no del requerimiento de un Estudio de Impacto Ambiental para la misma.

Esta etapa le permite a la oficina evaluadora identificar el alcance del proyecto y, por tanto, el tipo de evaluación que se le requerirá al proyectista. “La importancia de esta etapa es que es en ella donde se determina si la acción propuesta presenta impactos ambientales potenciales significativos de carácter negativo y positivo.” Previo a concluir esta etapa, la oficina evaluadora puede realizar “consultas previas” a las personas, administraciones e instituciones que puedan verse afectadas por la realización de la actividad sujeta a evaluación.

3.6.2. Etapa de Preparación y Análisis

Por definición esta etapa es responsabilidad del proyectista y equipo consultor que ha sido llamado por éste, para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental que se presentará al órgano evaluador, que deberá contemplar todos y cada uno de los puntos solicitados en la evaluación preliminar. Esta etapa corresponde a la aplicación correcta del alcance del estudio, definido para un proyecto determinado. Aquí se revisan los impactos significativos, previamente identificados en la evaluación preliminar, especialmente aquellos de carácter negativo, se establecen sus respectivas medidas de mitigación y compensación. Su importancia radica en el análisis detallado de los impactos ambientales, aspecto fundamental para la posterior revisión, definición de requisitos, mitigación, seguimiento y control.

El proyectista debe describir exhaustivamente todos los aspectos que influirán, tanto positiva, como negativamente en el área del proyecto, por lo que debe indicar además las medidas de mitigación que se implementarán, así como las tareas de seguimiento para verificar que sean efectivas. En esta etapa, se elabora el plan de manejo ambiental, se propone el seguimiento y control y se articula la participación ciudadana.

3.6.3. Calificación y Decisión.

Una vez concluida la fase anterior, el órgano ambiental competente comunicará al promotor los aspectos más significativos que deben tenerse en cuenta en la realización del Estudio, procediendo a su elaboración y presentación definitiva.

Cuando el ESIA (estudio de impacto ambiental) sea presentado ante la Oficina Evaluadora, ésta lo someterá al escrutinio público, junto con el resto de las piezas documentales del expediente, coincidiendo con la fase de información del procedimiento sustantivo. La participación es esencial en este proceso para conocer real y efectivamente la incidencia ambiental y social del plan o proyecto.

Una vez que se haya agotado la anterior fase, la Oficina Evaluadora procederá a emitir su Declaración de Impacto Ambiental, o lo que es lo mismo, su “resolución” respecto de la viabilidad ambiental del proyecto. Dicha resolución determinará sólo los efectos ambientales del proyecto, la conveniencia o no de realizar el plan o proyecto, y en caso afirmativo, fijará las condiciones en que debe realizarse y las medidas correctoras que deben aplicarse.

El procedimiento sustantivo concluye cuando la Oficina Evaluadora le notifica al Proyectista el resultado del análisis, que puede ser: a) La declaratoria de viabilidad ambiental del proyecto, o bien. b) Su rechazo por diversas razones, por ejemplo las deficiencias del mismo documento presentado, o bien la declaración de que el proyecto no es viable desde el punto de vista ambiental.

3.6.4. Seguimiento y Control.

Esta etapa corresponde a la verificación de la ejecución del plan de manejo ambiental en la fase de implementación posterior de cada proyecto. Se establece si efectivamente las acciones se encuentran acordes con los criterios de protección ambiental que rigen el proceso de EIA, con el área de influencia reconocida y con la normativa ambiental vigente. El seguimiento y control involucra tres tipos de acciones:

- Fiscalización por parte de las autoridades.
- Denuncias por parte de la comunidad.
- Seguimiento de las propuestas del plan de manejo ambiental.

3.7 Limitantes del presente trabajo monográfico.

El acceso a la información por parte de ENACAL y MARENA, fue limitado. Como parte de la indagación se encontró que la información disponible estaba desactualizada e incompleta. Tal es el caso de los planos, registro de control de calidad a los lodos, agua tratada, planes de capacitación de los contratistas, planilla de pago a los recursos humanos en el momento de la ampliación, evidencia de participación ciudadana aledaña a la planta.

Otra limitante es la composición del equipo evaluador, que no podía constituirse como equipo multidisciplinario, tal como se recomienda en la literatura (Palacios y Velásquez, 2014) para este tipo de estudios. Sin embargo, el alcance del estudio, se considera satisfactorio para fines académicos, ya que se basó en los objetivos propuestos cumpliendo el alcance esperado.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACION.

Toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, el cual está referido al cómo se realiza la investigación, muestra el tipo del diseño de la investigación, universo de la investigación, población, muestras, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, su validez, confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos.

4.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo monográfico ***“Evaluación de impacto ambiental del proyecto ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de Ciudad Sandino”***, es una investigación de tipo descriptivo, orientada a identificar y analizar los efectos provocados por este proyecto sobre su entorno o ambiente. Este abarca los aspectos abióticos, bióticos y socioculturales, que caracterizan un ecosistema, así como su calidad ambiental.

Así mismo, esta es una investigación proyectiva, ya que propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación, que explorara, describe, explica y propone alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta. Como resultado de la evaluación de impacto ambiental, se derivan propuestas de un programa de gestión ambiental orientado a la implementación de medidas de prevención, mitigación, corrección, compensación, restauración de los potenciales, impactos ambientales generados por el proyecto, con el propósito de crear las condiciones necesarias para su viabilidad ambiental y su consecuente ejecución, siempre y cuando los tomadores de decisión, es decir, los dueños del proyecto, así lo decidan.

4.2. Diseño de la Investigación

En lo que respecta a la estrategia general para el desarrollo de la investigación en función de sus objetivos, esta responde a un diseño de campo, no experimental, transaccional, descriptivo.

En el marco de este estudio, los datos utilizados para el análisis de las variables que describen los impactos sobre los comportamientos ambientales, incluyendo además las entidades bióticas y los aspectos socio-culturales de un ecosistema, se tomaron directamente a los sujetos de estudio en los sitios de trabajo, por lo que se considera un diseño de campo.

Las variables, que describen los efectos y afectaciones de los impactos que genera el proyecto sobre el ambiente, son (i) variables abióticas: geomorfología, suelo, hidrología, calidad del agua, calidad del aire; (ii) variables bióticas: flora y fauna; (iii) variables socioeconómicas.

Justamente, el propósito de la evaluación ambiental es determinar los efectos de las actividades propuestas del proyecto sobre dichas variables y cómo dichos efectos pueden transmitirse a otras variables a través de las interacciones existentes entre ellas, describiendo las variables, tal como se manifiestan, efectuando la recolección de los datos sólo una vez y en un tiempo único, todo esto, en correspondencia con un diseño transaccional de la investigación. Por otra parte, el estudio de estas variables, se realizó sin intervenir en su comportamiento, ni sobre los factores que la conforman, es decir, sin manipulación intencional, siendo esto un diseño no experimental de la investigación.

4.3. Determinación del universo de estudio de la investigación.

El universo de estudio de la presente investigación, está conformado por:

- El Proyecto Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Ciudad Sandino, ubicada en el Municipio de Mateare y las actividades en las etapas de construcción y operación.

- Los compartimientos ambientales: aire, suelo, agua y su calidad; las entidades bióticas y las relaciones socio-culturales del ecosistema ambiental existente, tanto en el área de influencia directa como indirecta del proyecto, que abarca los municipios de Ciudad Sandino y Mateare.
- Las interacciones entre las variables que caracterizan los ecosistemas dentro del área de influencia del proyecto y las actividades del proyecto, así como los efectos y afectaciones al ambiente que se derivan de estas interacciones.

4.4. Metodología para la ejecución de la Investigación.

Los Estudios de Impacto Ambiental, tienen carácter jurídico-administrativo, es decir su ejecución y contenidos deben ajustarse a procedimientos científicos, técnicos y administrativos establecidos por el régimen legal ambiental del país y son de obligatorio cumplimiento para la ejecución de los proyectos que requieran de permiso ambiental. Por lo tanto, la metodología aquí propuesta se ajusta a los Términos de Referencia (TdR's) emitidos por el MARENA y son específicos para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, para proyectos de categoría ambiental II, que es donde se ubica el presente proyecto.

La metodología de ejecución para este trabajo de investigación se estructuró en tres fases o componentes principales:

1ª. Fase: Caracterización del proyecto, del marco jurídico ambiental aplicable y la caracterización ambiental de su área de influencia.

- Caracterización del proyecto determinando las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales.
- Análisis del marco legal ambiental aplicable al proyecto.
- Establecimiento de la línea base ambiental, determinando los factores ambientales susceptibles de ser impactados. Aquí se realiza la desagregación tanto de las actividades del proyecto que generan impactos ambientales, como los elementos del ambiente (sistema) susceptibles de ser afectados.

2ª. Fase: Identificación de impactos, predicción y valoración de potenciales impactos ambientales.

En esta etapa se identifican, caracterizan y cuantifican los potenciales impactos al ambiente, generados por las actividades del proyecto en sus distintas etapas. Así mismo se establece un pronóstico de la futura calidad ambiental del entorno del proyecto con el cual interacciona.

3ª. Fase: Formulación de propuestas ambientales a implementar para prevenir, mitigar y remediar las posibles afectaciones ambientales y crear las condiciones de viabilidad ambiental del proyecto.

En la Figura 1, se presentan los elementos de la Metodología de Evaluación de Impactos Ambientales del Proyecto de Ampliación de la Planta de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.

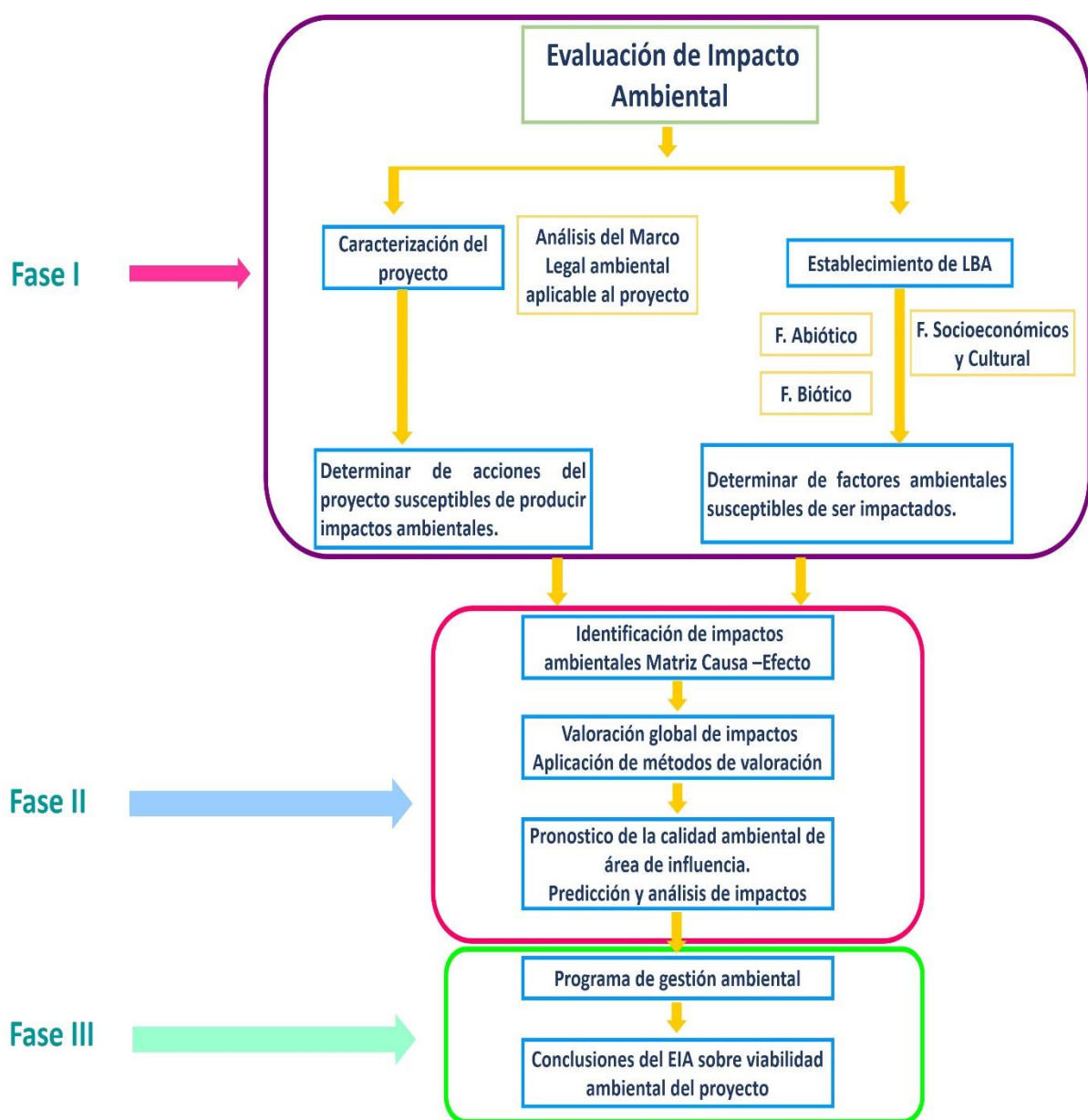


Figura 1. Elementos de la Metodología de Evaluación de Impactos Ambientales del Proyecto de Ampliación de la Planta de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.

A continuación se detallan los procedimientos, desarrollados, para la realización de la evaluación del impacto ambiental del proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de Ciudad Sandino.

4.4.1. Fase de caracterización del proyecto y su entorno jurídico ambiental.

En esta fase, inicialmente, se estableció una visión genérica del proyecto, relacionando todas aquellas características, peculiaridades y datos básicos de interés dentro del proceso evaluativo. Se indicó al máximo de detalle todas las acciones contempladas por el proyecto para la fase que se evalúa, así como para su posterior funcionamiento.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, en el desarrollo de esta fase se llevó a cabo lo siguiente:

4.4.1.1. Coordinación con las autoridades y funcionarios municipales de Ciudad Sandino y Mateare, delegaciones territoriales del MARENA, MINSA, ENACAL.

Para garantizar el acceso a información relevante tanto del proyecto, como del entorno territorial, ambiental y socioeconómico de su área de influencia, en primera instancia se establecieron procesos de coordinación de trabajos con las autoridades y funcionarios de las Alcaldías Municipales de Ciudad Sandino y Mateare, delegaciones territoriales del MARENA, MINSA, ENACAL.

De igual manera se realizaron coordinaciones con los responsables de las Unidades de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) de Ciudad Sandino y Mateare para conocer los procesos y procedimientos administrativos relacionados con la evaluación ambiental y emisiones de permisos ambientales para el proyecto.

4.4.1.2. Trabajo de Campo.

El trabajo de campo de esta fase consistió en las siguientes actividades:

- **Vista *in situ* del proyecto:** Reconocimiento del entorno y área de influencia del proyecto, ubicación geográfica, componentes, actividades del proyecto, tecnologías y procesos tecnológicos a implementar por el proyecto.
- **Recorrido por el área de influencia del proyecto:** Se realizó un recorrido en el área de influencia del proyecto directa e indirecta, utilizando como técnica la observación directa, identificando todos los factores ambientales de interés para la evaluación de impacto ambiental.
- **Registro fotográfico:** Durante el recorrido, se realizó un levantamiento fotográfico de los elementos que integran la línea base ambiental del proyecto, respaldando gráficamente de esta manera lo observado en la zona de influencia del proyecto.

- **Levantamiento de la información primaria:** Comprende las siguientes consideraciones:
- **Reconocimiento sistemático:** En el área de trabajo en el campo, para cada componente del estudio (medio físico, biótico y social).
- **Muestreo para la caracterización:** Los recursos biológicos (flora y fauna) tomando en cuenta el potencial y la fragilidad de dichos recursos.

En la sección de Anexos, se presentan las guías de trabajo para la caracterización del proyecto, definición del marco legal ambiental del país aplicable al proyecto, establecimiento de la línea base ambiental del área de influencia proyecto, propuesta de desagregación del medio ambiente e identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto. También los métodos matriciales, para la identificación de interacciones entre actividades del proyecto y elementos del ambiente, evaluación de impactos ambientales y formulación del plan de manejo ambiental orientado a prevenir, mitigar, corregir compensar, restaurar los impactos ambientales generados por el proyecto.

4.4.1.3. Recopilación de información oficial de fuentes primarias: Documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos, investigación de instituciones públicas, normas técnicas, así como de fuentes secundarias en instancias estatales y municipales relacionadas con el marco legal ambiental del país, que regula las actividades del proyecto, relacionadas con información del inventario ambiental de la zona de influencia del proyecto.

4.4.1.4. Levantamiento de Información Secundaria: De las fuentes de información secundaria se investigaron: los archivos de organismos y entidades locales e instituciones; organizaciones nacionales y regionales, con el fin de establecer la caracterización ambiental de inicio. Tomando en cuenta el grado de actualidad, fiabilidad, precisión de la fuente de información y si es apropiada al territorio.

4.4.1.5. Caracterización del proyecto determinando las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales

La información básica para la caracterización del proyecto, conforme los requerimientos legales de carácter ambiental del país, se obtuvo directamente de la documentación del proyecto y estuvo referida a los siguientes aspectos:

- Localización y ubicación geográfica del proyecto.
- Descripción de cada uno de los componentes del proyecto.
- Descripción de la tecnología.
- Etapas del proyecto.
 - Etapa de construcción.
 - Etapa de operación.

- La etapa de cierre por ahora no se incluye ya que la planta continuará con un proceso de ampliación, es decir, continúa luego la FASE II.

La información documental del proyecto, fue suministrada al equipo evaluador por la Alcaldía Municipal de Ciudad Sandino en conjunto con ENACAL, como dueños del proyecto.

4.4.1.6. Análisis del marco legal ambiental aplicable al proyecto

Se realizó una revisión del conjunto de disposiciones legales vigentes que regulan los proyectos de tratamiento de aguas servidas en el país, para establecer su viabilidad ambiental, para lo cual:

- Se identificaron las políticas nacionales en las que se enmarca el proyecto.
- Se analizó la documentación legal que establece los procedimientos y requerimientos a cumplir durante la gestión de las respectivas autorizaciones ambientales para proyectos de este tipo.
- Se estableció la estructura administrativa que abarca el proyecto.
- Se identificaron las instituciones y organizaciones nacionales que desarrollan su actividad en el ámbito de acción del proyecto, definiendo su papel con respecto a la ejecución del proyecto.

La documentación legal revisada y analizada fue la siguiente:

- Decreto No. 33-95, Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias.
- Ley 217, junio de 1996, Ley General del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales que define la protección del agua y las fuentes de agua como fundamentales, así como las sanciones contra su contaminación.
- Ley 40, agosto de 1997, Ley de Municipios que establece las atribuciones de las alcaldías, entre las que está la de asegurar el acceso a los servicios de agua y saneamiento, así como la posibilidad de administrarlos, cuando son descentralizados.
- Decreto No 52-98, julio (1998). Reglamento de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.
- Ley 276, (1998). Ley de Creación de la Empresa de Acueductos y Alcantarillados Sanitario (ENACAL) donde se le atribuye las funciones de búsqueda, distribución, venta de los servicios de agua potable y alcantarillado.

- Normativa Especial del Registro Público de Concesiones de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para menos de 500 usuarios y empresas municipales, enero de 1999.
- Ley 290, (1998). Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo, publicada en la Gaceta, Diario Oficial No. 102, del 3 de junio de 1998.
- La Ley 297, (1998). Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.
- Ley 423, (2002). Ley General de Salud que determina el papel del Ministerio de Salud en la vigilancia de la calidad del agua.
- Ley 462, (2003). Ley de Conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal.
- Decreto No. 20-2001, Política General para el Ordenamiento Territorial.
- Decreto No. 68-2001, Creación de Unidades de Gestión Ambiental.
- Decreto No. 77-2003, Disposiciones que regulan las descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento en el Lago Xolotlán. 10/11/2003.
- Decreto No. 76-2006, Sistema de Evaluación Ambiental.
- Ley 559, del 2006, Ley Especial de delitos contra el medioambiente y los recursos naturales.
- Ley 620, (2010). Ley General de Aguas Nacionales.

Esta información, se encontró disponible en publicaciones de la Gaceta Diario Oficial y en la base de datos legislativa de la Asamblea Nacional a la cual se puede acceder en línea.

El "trabajo de gabinete" permitió sistematizar, analizar y sintetizar la información relevante para el estudio.

4.4.1.7. Establecimiento de la línea base ambiental determinando los factores ambientales susceptibles de ser impactados:

El proceso de caracterización del entorno físico- biótico y socioeconómico presente en el área de influencia del proyecto está enfocado a la evaluación del medio receptor con el objetivo de definir su estado actual o de referencia, con base en el cual será posible

determinar las alteraciones potenciales que ocasionará la puesta en marcha del proyecto.

Los elementos que conforman la línea base ambiental del área de influencia son los siguientes:

Factores abióticos:

- Geología
- Suelos
- Calidad del aire
- Hidrología
- Hidrogeología
- Geomorfología
- Clima

Factores socioeconómicos.

- Población
- Desarrollo social
- Organización social
- Obras civiles e Infraestructura
- Áreas de interés social
- Actividades económicas
- Infraestructura económica

Factores Bióticos

- Flora
- Fauna
- Ecosistemas
- Paisaje natural

Para lograr esta caracterización, se consultó distintos tipos de información tanto primaria como secundaria, de acuerdo al estado de diagnóstico y conocimiento de la zona, inventariando todos los componentes ambientales previsiblemente afectados por la ejecución del proyecto, lo cual conllevó a un inventario ambiental lo más representativo posible del área afectada.

Se estableció como un objetivo primordial de esta etapa el lograr un estrecho acercamiento con las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto, lo cual facilitó una adecuada identificación de los potenciales impactos que las actividades del proyecto pueden tener sobre el ambiente, en las zonas identificadas preliminarmente como frágiles, de gran riqueza y diversidad biológica, de gran potencialidad paisajística y/o reguladoras de recursos hídricos.

Se visitaron las siguientes instituciones estatales y municipales, para obtener información relacionada con el inventario ambiental del área de influencia del proyecto, así como información socio-económica y cultural de esta área, ya que por la naturaleza de sus actividades generan y manejan información para la evaluación de impactos ambientales del proyecto:

- Alcaldía Municipal de Ciudad Sandino.
- Alcaldía Municipal de Mateare.
- Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA)

- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).
- Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM).
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA).

Así, en esta etapa, se realizó la caracterización previa del estado ambiental del área de influencia del proyecto: Factores abióticos, bióticos y socioeconómicos antes de la ejecución de las obras de mejoramiento del periodo noviembre 2016 a marzo 2017.

A continuación se detallan: Para la caracterización de los factores **Geología y Suelo**, se tomaron como fuentes de información estudios de la zona existentes en el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, (INETER).

El factor **hidrología**, se caracterizó con los estudios hidrotécnico, hidrológicos e hidráulicos realizados por el INETER en la zona de interés del proyecto.

Con la información de las estaciones meteorológicas de INETER e información cartográfica, se establecen las condiciones climatológicas y demás parámetros que definen el clima de la zona de influencia del proyecto.

Se realizó una recopilación de información actualizada sobre los ecosistemas, la flora, fauna y biodiversidad de la zona de influencia del proyecto, consultando los informes y estudios realizados por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, (MARENA) y otras instituciones estatales, los cuales se encontraron disponibles en su centro de documentación.

Además en el caso del factor flora se realizó un inventario forestal y para el factor fauna se realizó una observación directa *in-situ* para recopilar información actual de algunas especies que pasan por el sitio del proyecto.

Con relación a los **factores socio-económicos**, tales como **demografía, actividades productivas y tenencia de la tierra**: se obtuvo la información de informes y estudios de CENAGRO, IPSA, INETER, INIDE y de las Alcaldías Municipales de Ciudad Sandino y Mateare.

Uso de suelo: Se obtuvo información sobre los diferentes usos de suelo, de los estudios y reportes técnicos del IPSA y Alcaldías Municipales.

Con el "trabajo de gabinete", se analizó y sintetizó la información y se elaboró el inventario ambiental del área de influencia del proyecto.

4.4.2. Fase de identificación de impactos, predicción y valoración de potenciales impactos ambientales.

4.4.2.1. Procedimientos para la identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Para la identificación de impactos ambientales, se utilizó una metodología de corte matricial, siendo la herramienta de análisis, una matriz de doble entrada:

- En sus filas se colocaron los factores y elementos del medio ambiente natural, socioeconómicos y culturales, susceptibles de ser sometidos a alteraciones en su estructura o funcionamiento.
- En sus columnas se colocan las actividades del proyecto que las generan, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz de causa-efecto (Modificada de la matriz de Leopold).

Factores ambientales y socioeconómicos	Actividades								
	Construcción					Operación y Mantenimiento			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Factores abióticos									
Calidad del aire									
Clima									
Geología									
Geomorfología									
Hidrogeología									
Hidrología									
Suelos									
Factores Bióticos									
Flora									
Fauna									
Ecosistemas									
Paisaje natural									
Factores socioeconómicos.									
Actividades económicas									
Áreas de interés social									
Desarrollo social									
Infraestructura económicas									
Obras civiles e Infraestructura									
Organización social									
Población									

Fuente: Elaboración propia.

La construcción de la matriz, se ajustó para una adecuada interpretación, tanto de la descripción del proyecto y sus actividades, como de las condiciones ambientales en su área de influencia. De esta manera se desagregaron adecuadamente, en el contexto del proyecto, ambos componentes de la matriz, tal como se explica a continuación:

Desagregación del medio ambiente: Como punto de partida del proceso evaluativo, se definió claramente la estructura y organización del entorno sobre el cual un proceso específico concentra sus efectos, de tal forma que todos los elementos ambientales fueron adecuadamente tratados y atendidos, evitando así omitir algunos, que pudieran significar una subestimación de posibles impactos.

La desagregación del medio ambiente, se realiza en los siguientes factores: abiótico, biótico y antrópico, conforme lo establecen los TdR's proporcionados por MARENA, para evaluaciones de impacto ambiental.

Desagregación del proyecto: De forma similar a lo planteado para el medio ambiente del área de influencia del proyecto, la adecuada identificación de impactos potenciales, está en función del grado de compenetración adquirido con el proyecto, el cual se refleja a través de una minuciosa desagregación de éste en actividades, no permitiendo obviar eventuales afectaciones, principalmente de tipo negativo por concepto de su ejecución, durante el proceso evaluativo.

Las actividades que desencadenan impactos, fueron identificadas plenamente, y agrupadas bajo denominaciones que reúnen acciones con características afines, bajo la guía de los siguientes criterios:

- Relevantes: portadoras de información significativa y que realmente puedan producir impactos sobre el ambiente.
- Excluyentes: sin solapamientos ni redundancias con otras actividades.
- Determinables: es decir, que sean claramente definibles, cuantificables y tangibles.

La desagregación del proyecto, para tal efecto, se realizó conforme lo establecen los TdR's en etapa de construcción, operación y cierre, en las cuales se agruparon todas aquellas actividades susceptibles de producir impactos ambientales.

Las interacciones de actividades del proyecto con elementos del ambiente se presentan en la Tabla 1 (página 30).

4.4.2.2. Procedimientos para la evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto

La calificación y valoración de impactos (Espinoza, 2001), tiene como propósito establecer y determinar los impactos que generarán los mayores efectos negativos, de acuerdo con su orden de importancia, obtenido de la jerarquización de los mismos, a efectos de proceder a su mitigación y control, mediante la aplicación de medidas ambientales protectoras.

Para la valoración de los impactos ambientales, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo se utilizaron los siguientes criterios, donde las escalas que se proponen para su ponderación se definen en dependencia de la significancia que ellos merezcan, esto son: Naturaleza o Carácter, Intensidad, Extensión, Momento,

Persistencia, Reversibilidad, Acumulación, Probabilidad, Efecto, Periodicidad e Importancia.

Magnitud e Importancia del Impacto: La magnitud e importancia es un parámetro que debe ser calculados, sobre la base de los valores de escala dados a las variables señaladas, conforme la Tabla 2, que corresponde a la matriz de valoración de impactos (página 36)

La Importancia (IM), es la valoración integral cualitativa sobre la base de los resultados cuantitativos de la ponderación de los impactos ambientales. Para la determinación de la Importancia (IM), de cada uno de los potenciales impactos ambientales que puede generar la ejecución de un proyecto en todas y cada una de sus etapas, se utilizó siguiente ecuación:

$$IM = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + PR + MC]$$

Dónde:

- | | |
|--|---|
| • IM: Importancia del impacto. | • RV: Reversibilidad. |
| • ±: Signo o Naturaleza del impacto. | • SI: Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples. |
| • I: Intensidad o grado probable de destrucción. | • AC: Acumulación o efecto de incremento progresivo. |
| • EX: Extensión o área de influencia del impacto. | • PR: Periodicidad. |
| • MO: Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto. | • MC: Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos |
| • PE: Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto. | . |

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 100. Se los clasifica como:

- Irrelevantes (o compatibles) cuando presentan valores menores a 25.
- Moderados cuando presentan valores entre 25 y 50.
- Severos cuando presentan valores entre 50 y 75.
- Críticos cuando su valor es mayor de 75.

A continuación se describen estos criterios con sus atributos:

Carácter genérico, naturaleza o signo del impacto o variación de la calidad ambiental (±): Se refiere a si el impacto será positivo o negativo con respecto a la fase de la actividad. Esto según el criterio de evaluación del impacto por su naturaleza.

Positivo (+)	Si el componente presenta una mejora con respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto
Negativo (-)	Si el componente presenta deterioro con respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto.

Intensidad del Impacto (I): se refiere al grado de alteración con que el impacto alterará un componente ambiental.

Criterio de Evaluación de Impactos por su Intensidad	
Alta	Alteración muy notoria y extensiva, que puede recuperarse a corto o mediano plazo, siempre y cuando exista una intervención oportuna y profunda del hombre, que puede significar costos elevados
Moderada	Alteración notoria, producida por la acción de una actividad determinada, donde el impacto es reducido y puede ser recuperado con una mitigación sencilla y poco costosa.
Baja	Impactos que con recuperación natural o con una ligera ayuda por parte del hombre, es posible su recuperación

Extensión del Impacto (EX): Hace referencia a la extensión espacial que el efecto tendrá sobre el componente ambiental analizado.

Criterio de Evaluación de Impactos por su Extensión	
Regional	La región geográfica del proyecto
Local	Aproximadamente tres kilómetros a partir de la zona donde se realizarán las actividades del proyecto.
Puntual	En el sitio en el cual se realizarán las actividades y su área de influencia directa.

Por el momento (MO) en que se manifiesta:

Latente	En corto, mediano y largo plazo como consecuencia de una aportación progresiva, por acumulación o sinergia. Implica que el límite es sobrepasado.
Inmediato	El plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo. Se asimila al impacto de corto plazo

Duración del Impacto o persistencia (PE): Se refiere a la duración de la acción impactante, no de sus efectos. Estos están asociados ligados con el tiempo supuesto de permanencia.

Permanente	Cuando la permanencia del efecto continúa aun cuando se haya finalizado la actividad.
Temporal	Si se presenta mientras se ejecuta la actividad y finaliza al terminar la misma.
Periódica	Si se presenta en forma intermitente mientras dure la actividad que los provoca.

Reversibilidad del Impacto (RV): Implica la posibilidad, dificultad o imposibilidad de que el componente ambiental afectado retorne a su situación inicial, y la capacidad que tiene el ambiente para retornar a una situación de equilibrio dinámico similar a la inicial.

Criterio de Evaluación de Impactos por su Reversibilidad	
Irrecuperable	Si el elemento ambiental afectado no puede ser recuperado.
Poco recuperable	Señala un estado intermedio donde la recuperación será dirigida y con ayuda humana.
Recuperable	Si el elemento ambiental afectado puede volver a un estado similar al inicial en forma natural.

Riesgo del Impacto (PB): Expresa la probabilidad de ocurrencia del impacto.

Criterio de Evaluación de Impactos por su Riesgo	
Alto	Existe la certeza de que el impacto se produzca en forma real.
Medio	La condición intermedia de duda de que se produzca o no el impacto.
Bajo	No existe la certeza de que el impacto se produzca, es una probabilidad

Por su periodicidad (PR):

Continuo	cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia
Discontinuo	cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia
Periódico	cuyo efecto se manifiesta por acción intermitente y continua

TABLA 2. MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA PARA LA VALORACION DE IMPACTOS																																						
VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																						
I M P A C T O S			Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)				Extensión (Área de influencia)				Momento (plazo de manifestación)			Persistencia (permanencia del efecto)			Reversibilidad (recuperabilidad)		Acumulación (incremento progresivo)			Probabilidad (certidumbre de aparición)			Periodicidad (regularidad de manifestación)			Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]				Valor Máximo de Importancia				
(+)	(-)	Baja		Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Probable	Dudoso	Cierto	Irregular y discontinuo		Periódico	Continuo	Mínima	Media		Alta	Máxima	Total	
Iterac. 1																																						
Iterac. 2																																						
Iterac. 3																																						
.																																						
.																																						
.																																						
Iterac. N																																						

Fuente: Milán (PEAUT, 2004)

4.4.3. Fase de formulación de propuestas ambientales a implementar para prevenir, mitigar y remediar las posibles afectaciones ambientales y crear las condiciones de viabilidad ambiental del proyecto.

En este punto se sintetizan los impactos individuales de mayor importancia ambiental, tanto positiva como negativa, diferenciando además, aquellos componentes del medio que luego de la ponderación de los impactos ambientales que se provocan sobre ellos, resultan mayormente afectados y que por tanto serán en mayor medida atendidos, así como las actividades constructivas o de puesta en marcha más agresivas. Este análisis proveyó la base para la formulación y diseño de medidas preventivas, correctivas, mitigadoras y compensatorias, las cuales se integraron y conformaron el Plan de Gestión Ambiental (PGA).

El PGA, es la directriz principal en materia de gestión ambiental del proyecto, procura que las actividades en él inscritas armonicen al máximo con el entorno y su ejecución materialice la viabilidad ambiental del mismo. Para tal efecto, se han expuesto las medidas que se llevarán a cabo, explicando cómo y dónde se harán, detallándose así mismo los aspectos técnicos necesarios para su implementación. Las medidas de mitigación, de corrección, de prevención y de compensación, han sido detallada en la documentación técnica correspondiente, definiéndolas tanto espacial como temporalmente.

El PGA contiene lo siguiente:

- Medidas de prevención: Obras o actividades encaminadas a prevenir y controlar los posibles impactos y efectos negativos que pueda generar el proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural.
- Medidas de mitigación: Obras o actividades dirigidas a atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural.
- Medidas de corrección: Obras actividades dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del ambiente afectado.
- Medidas de compensación: Obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones y localidades por los impactos que no puedan ser evitados, corregidos o satisfactoriamente mitigados.

Además de las medidas previamente descritas, el PGA considera los siguientes puntos:

- Contraparte positiva: se trata de un impacto positivo generado por el mismo proyecto y que puede sopesar en grado diferencial los efectos negativos reflejados por el impacto en cuestión.

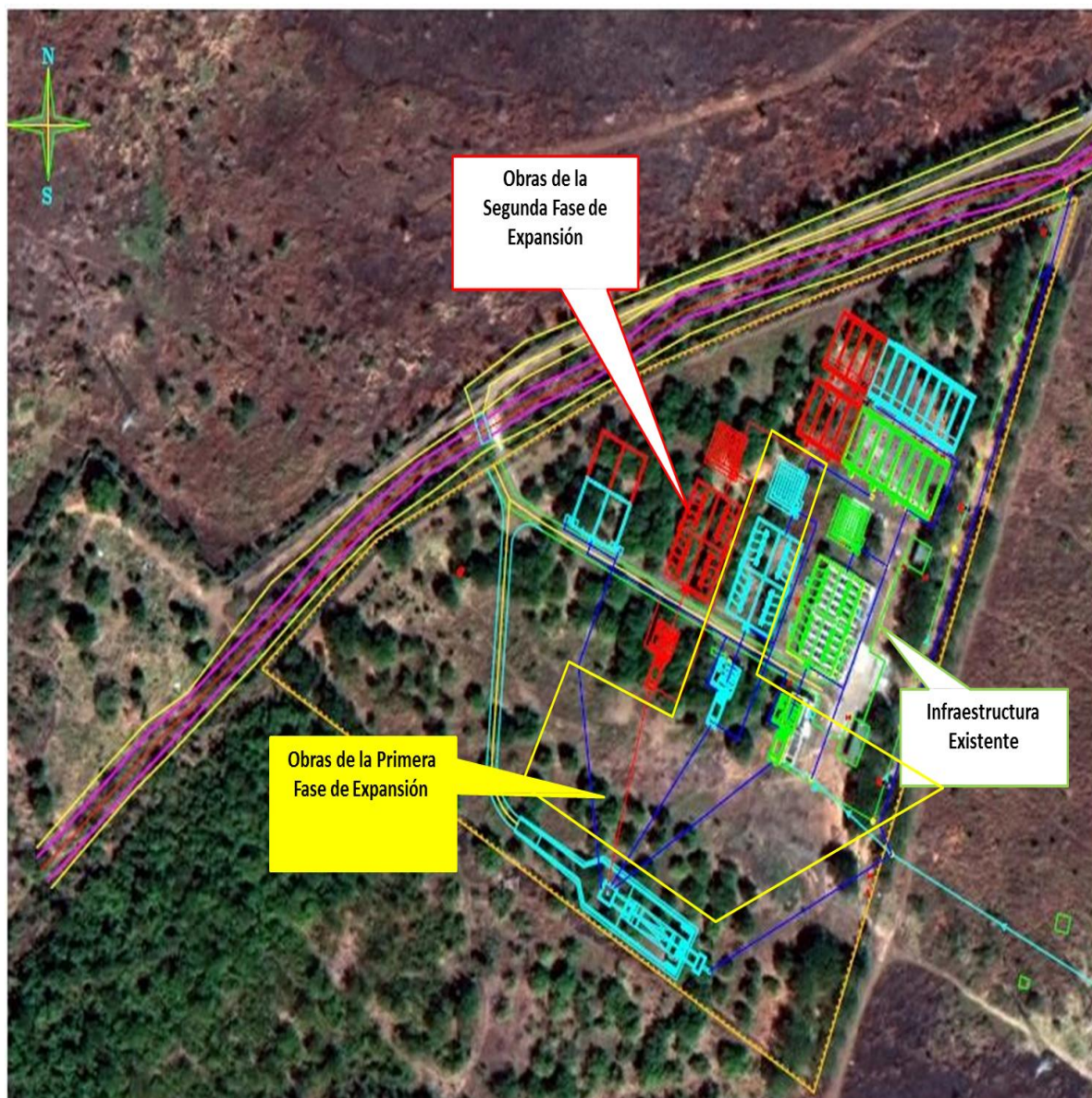
- Responsabilidad de ejecución: define las personas, empresas o entidades (públicas o privadas) que tienen a su cargo la ejecución de las acciones y medidas propuestas, al igual que las que participan dentro de las estrategias interinstitucionales, como encargadas de velar porque, durante la ejecución de los trabajos, se garantice la calidad ambiental.
- Objetivos operativos: sirven para evaluar los logros del plan, por lo cual deben ser concretos y medibles de algún modo, tanto en tiempo como en cantidad, haciendo las veces de indicadores.
- Contingencia: debe explicar claramente lo relacionado con el manejo y mecanismos de reacción frente a circunstancias, eventualidades o contingencias, que en el desarrollo del proyecto puedan generar peligro de daño a la salud o vida humanas, al medio ambiente o a los recursos naturales.

Es necesario, aclarar y tener presente que las medidas que se proponen en el PGA, buscan atacar (prevenir, mitigar, corregir y compensar) directa o indirectamente el impacto y no las actividades u obras que lo generan, por lo cual el PGA deberá estar formulado en función de aquel y no de éstas últimas.

V. RESULTADOS

5.1. Caracterización del proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino conforme los requerimientos legales de carácter ambiental del país.

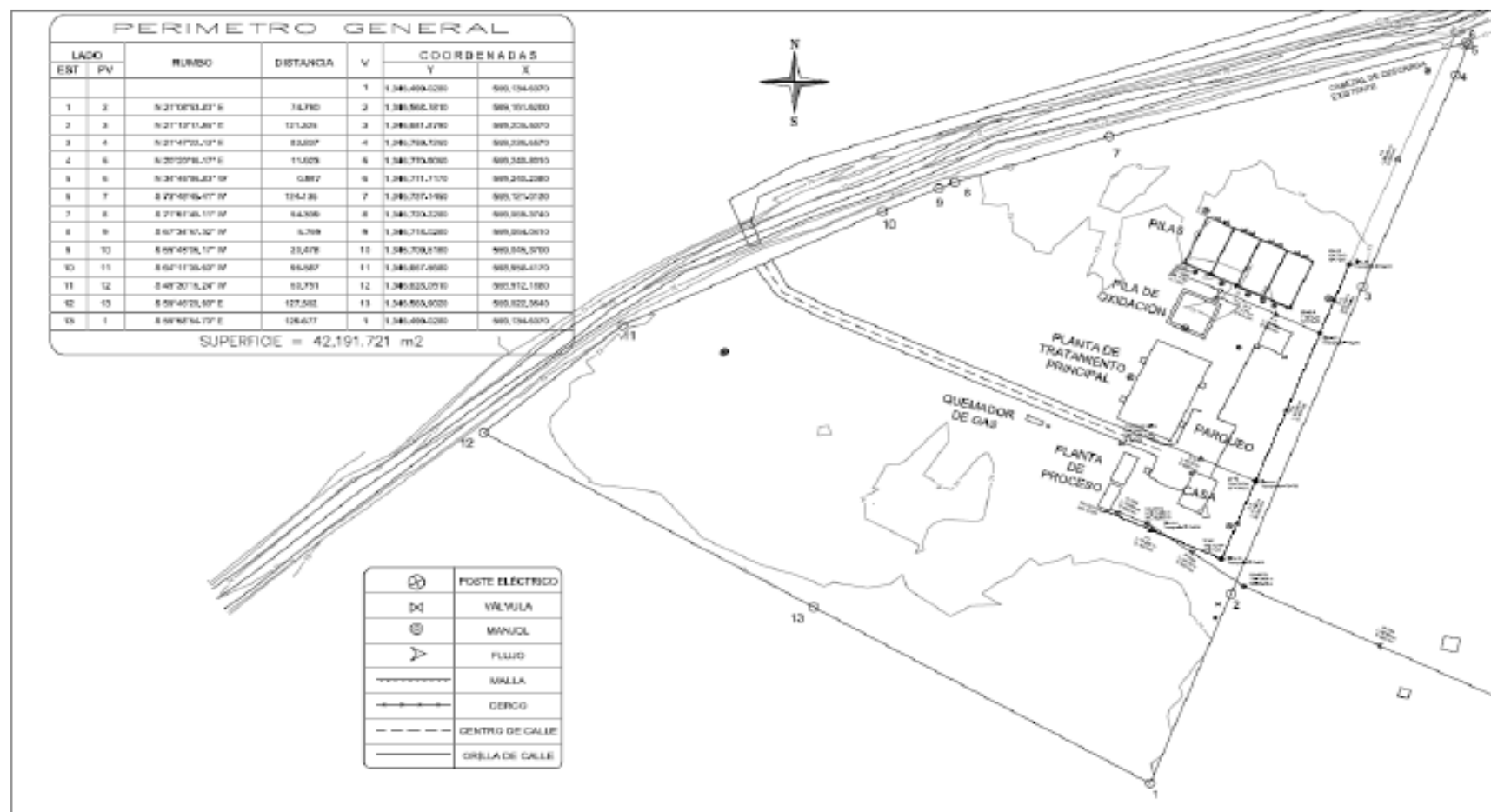
En la Figura 2, se muestra el esquema de colores donde aparece la situación actual de la PTAR en color Verde. La ampliación de la FASE I se encuentra en color amarillo y celeste y la FASE II en color rojo.



Fuente: Documento del Proyecto.

Figura 2. Microlocalización del proyecto de ampliación de PTAR existente y proyectado.

En la Figura 3 se puede observar la distribución espacial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Ciudad Sandino, en su condición actual.



Fuente: Documento del Proyecto.

Figura 3. Esquema de la PTAR de Ciudad Sandino – Condición actual

5.1.1 Descripción del Proyecto Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino. Fase I.

5.1.1.1 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales existente.

El Proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Ciudad Sandino, es parte integral del Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario del Municipio, el que tiene como objetivo identificar y planificar las obras necesarias para dotar a Ciudad Sandino con un sistema ambientalmente seguro de colección y evacuación de las aguas servidas, para satisfacer las condiciones inmediatas al año 2020, así como las proyectadas al año 2030.

En el año 2009, se concluyó la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Ciudad Sandino, pero con una capacidad limitada de 90 L/s, que a la fecha ya ha sido sobrepasada, por el crecimiento vertiginoso de la población y su urgente necesidad de conectarse al sistema de alcantarillado. No obstante, la falta de fondos, ha sido una limitante para continuidad de la ejecución de este proyecto, que tendrá una capacidad total de tratamiento de 270 L/s.

La planta instalada corresponde a la primera etapa de tres previstas. Las instalaciones de tratamiento constan de los siguientes elementos:

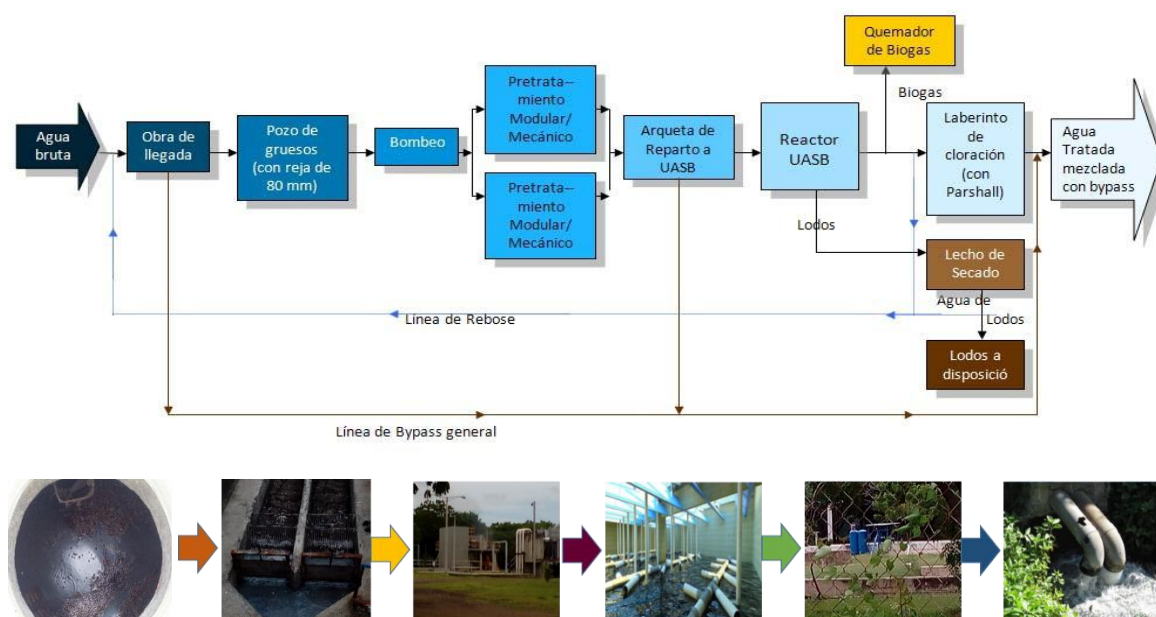
- Obras de entrada, consistentes en un pozo húmedo receptor de las aguas residuales y una estación de bombeo con tres bombas (dos de uso y uno de reserva).
- Pretratamiento, para la extracción mecanizada de sólidos y arena (dos módulos).
- Reactor Anaerobio con Manto de Lodos o UASB (cuatro sub-módulos).
- Obras complementarias, incluyendo sistema de cloración gaseosa con laberinto de cloración, lechos de secado y antorchas para quemado de gases.
- El edificio del operador y las obras exteriores con camino de acceso, parqueo adoquinado y cercado del predio.

El reactor UASB instalado en la PTAR de Ciudad Sandino fue diseñado para tratar un caudal promedio de 70 L/s y máximo de 90 L/s. Cuando las dos bombas funcionan, la planta trata 90 L/s de aguas residuales. Actualmente la PTAR está recibiendo un caudal promedio de 91.71 L/s con picos hasta de 157.3 L/s.

El efluente final de la planta es vertido a un cauce natural que discurre aguas abajo, colindante con el poblado de Los Brasiles y con varias fábricas, descargando finalmente en el Lago de Managua

En la Figura 4, se presenta un diagrama esquemático del sistema de tratamiento actual instalado.

EVALUACION AMBIENTAL DE LA FASE I DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD SANDINO.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Flujograma conceptual de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales Domésticas de Ciudad Sandino y Esquema fotográfico del proceso real en funcionamiento.

La Tabla 3, presenta los resultados de los análisis de calidad del agua que sale del reactor UASB.

Tabla 3. Análisis de Calidad de Aguas Saliendo de UASB de ENACAL 2016-2017.

Parámetro	Influente Promedio	Salida de Reactor (Promedio)	Decreto 33-95	Eficiencia Promedio	Eficiencia Mínima
pH	7.23	6.81	6 a 9		
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	435	52	80	88%	64%
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (mg/l)	411	54	90	87%	77%
Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/l)	769	153	180	80%	56%
Aceite y Grasas	116	18	10	85%	74%
Coliformes Fecales	7.67 E+07	9.98 E +06		Log 1	Log 0

Fuente: Enacal

El reactor UASB instalado cumple con todos los parámetros, a excepción de coliformes, aceites y grasas.

5.1.1.2 Elementos del proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.

La ampliación de la planta de tratamiento, para aumentar su capacidad de tratamiento a 180 L/s, (Fase I) consistirá en:

- Colección de las aguas servidas de Bello Amanecer y Zona 7
- Transporte de las aguas servidas hasta la Planta de Tratamiento.
- Construcción de un nuevo Reactor UASB para la Ampliación de la Planta de Tratamiento para mejorar su operación, mantenimiento, capacidad y eficiencia con horizonte al año 2020.

La Fase I del proyecto de ampliación del sistema de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino contempla dentro de sus principales obras, las siguientes:

- Línea de Conducción, tubería PVC, diámetro de 800 mm Ramal 1.
- Caja de recepción de aguas residuales.
- Desarenador de flujo horizontal con una capacidad de 540 L/s.
- Interconexión de Caja de Distribución del desarenador a estación de bombeo existente con tubería PVC, ASTM F-949, diámetro de 650 mm - Ramal 2.
- Interconexión de Caja de Distribución del desarenador a estación de bombeo nueva, con tubería PVC, ASTM F-949, diámetro de 600 mm - Ramal 3.
- Estación de bombeo (tres bombas de aguas residuales, con capacidad cada una de 90 L/s (2 bombas en operación más una de reserva).
- Desengrasador con capacidad 81 m³, con un tiempo de retención de 15 minutos.
- Dos Tamices estáticos con capacidad de 90 L/s.
- Reactor UASB (1), con capacidad de 90 L/s (similar al reactor existente).
- Laberinto y Equipo de Cloración, con capacidad de 5.0 Kg/ h.
- Reubicación del quemador de gas.
- Línea de Descarga, tubería PVC, ASTM F-949, diámetro de 800 mm – By Pass Nuevo.

Con esta ampliación, la PTAR tendría una capacidad de diseño de 180 L/s, con el funcionamiento del Reactor UASB existente y el nuevo Reactor UASB a construir, cada módulo tiene una capacidad de 90 L/s. Este proyecto se estime que dure 14 años (2016-2030), los responsable de la operación y manteniendo son el MARENA y ENACAL.

La planta de tratamiento de aguas residuales, deberá cumplir con el Decreto 33-95, relativo a los parámetros de calidad del efluente. Los límites máximos para las descargas de aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamiento de los alcantarillados a cuerpos receptores para poblaciones mayores de 75 000 habitantes, según el Capítulo VI del Decreto 33-95 se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Límites Máximos para la Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores para poblaciones más de 75 000 habitantes.

Parámetro	Rango y Límites Máximos Permisibles Promedio Diario
pH	6-9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	80
Grasas y Aceites (mg/l)	10
Sólidos Sedimentables (mg/l)	1.0
DBO (mg/l)	90
DQO (mg/l)	180
Sustancias activas al azul de metileno (mg/l)	3

Fuente: Decreto 33-95

Además, el artículo 24 del mismo Decreto establece que los límites máximos permisibles de coliformes fecales, medidos como número más probable, no deben exceder a 1 000 NMP/100mL, en el 80% de una serie de muestras consecutivas, y no debe ser superior a 5 000 por cada 100 mL.

No obstante, MARENA tiene consideraciones especiales para los vertidos que se descargan directamente o indirectamente al Lago de Managua. Considerando que el efluente final descarga a un cauce natural que conduce las aguas de la zona hacia el Lago de Managua, recorriendo una distancia de aproximadamente 2.0 km. La máxima cuenta de coliformes fecales a la salida tiene que ser de 5 000 NMP/100ml.

Así mismo, el diseño de cada uno de los elementos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, se ha realizado cumplimiento con las disposiciones y requerimientos establecidos en las “**Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales**”, emitidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

5.1.1.3. Descripción de las tecnologías y equipos para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino.

a) Rejillas, Desarenador y Pozo de Entrada.

Las rejillas, se colocan antes de los desarenadores, son de limpieza manual. Las rejillas tienen una altura de 2.36 m, 5 m de ancho, el largo de la rejilla es de 3.35 m y son de acero inoxidable. Las barras son de 1 pulgada. La profundidad de la sección recta de la barra es de 236 cm con 9 barras laterales espaciadas a 37.5 mm.

Los desarenadores se construyeron aguas arriba de las estaciones de bombeo, para proteger los equipos mecánicos de las bombas. Están diseñados para cumplir su función de remover arena, grava, cenizas, partículas u otro material sólido

pesado que tenga una velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos de las aguas residuales.

Cada reactor UASB tiene la capacidad de tratar 90 L/s. Con tres reactores UASB el caudal que se puede tratar es de 270 L/s. Cada desarenador está diseñado para el doble de la capacidad promedio de los reactores (factor máximo de 2.00) que es de 540 L/s. Los desarenadores son de flujo horizontal.

El desarenador contempla su limpieza cada 110 días. Durante esta limpieza se utiliza el desarenador de reserva. El volumen a limpiar durante cada ciclo de limpieza se estima en 25.66 m³.

El tubo de entrada al desarenador sale del Manjole MH- 867B y llega al nivel de 69.08, unos 5 metros bajo el nivel de terreno. En el diseño del desarenador se han considerado las condiciones necesarias para garantizar la seguridad de los operadores y el acceso para la limpieza de la arena.

Del desarenador las aguas residuales van a la estructura de repartición de flujo donde el agua será repartida hacia los pozos de bombeo.

El diseño de esta estructura permite que el flujo se reparta en una forma igual a cada estación de bombeo y también permite el aislamiento de cada estación de bombeo durante los trabajos de mantenimiento.

b) Estación de Bombeo.

Para el diseño de las estaciones de bombeo, se utiliza los caudales estimados como función de la población y de acuerdo con aporte de 128 L/hab/día. En la Tabla 5, se presenta los resultados de las determinaciones de los caudales de bombeo.

Tabla 5. Cálculo de Caudales de Bombeo

Año	Población (hab)	Aporte Unitario (gppd)	Aporte Total (gpd)	Caudal de Infiltración (gpd)	Caudal Promedio (gpd)	Caudal Promedio (L/s)	Factor Max Horario	Caudal Máximo (L/s)
2010	88 562	33.82	2 994,969	102 708.0	3 097,677	136	1.80	241
2015	103 171	33.82	3 489,018	102 708.0	3 591,726	157	1.80	280
2020	117 405	33.82	3 970,383	102 708.0	4 073,091	178	1.80	318
2025	157 287	33.82	5 319,075	120 967.2	5 440,042	238	1.80	425
2030	172 904	33.82	5 847,230	120 967.2	5 968,197	261	1.80	466

Fuente: Documento del Proyecto.

Con base en estos caudales se determinó la necesidad de aumentar la capacidad de las bombas de la estación de bombeo existente, para que cada bomba tenga capacidad de 90 L/s resultando un caudal de diseño de 180 L/s. Durante la ampliación de la PTAR, se instalará una segunda estación de bombeo con las mismas características que servirían hasta el año 2020 donde se necesitará una tercera estación de la misma capacidad. En la Tabla 6, se presentan los resultados de los cálculos del caudal de diseño para las estaciones de bombeo.

Tabla 6. Cálculo de Caudal de Diseño para las Estaciones de Bombeo

Año	Número de PTAR o EB	Número de Bombas por EB	Caudal por Bomba (L/s)	Caudal por Bomba (gpm)	Caudal por PTAR (L/s)	Caudal Total de PTAR (L/s)	Caudal Max por EB (L/s)	Caudal Max de Bombeo (L/s)	Número de Arranques por Hora	Separación de Bombas (m)
2010	2	3	90	1,430	90	180	180	360	10	1.00
2015	2	3	90	1,430	90	180	180	360	10	1.00
2020	2	3	90	1,430	90	180	180	360	10	1.00
2025	3	3	90	1,430	90	270	180	540	10	1.00
2030	3	3	90	1,430	90	270	180	540	10	1.00

Fuente: Documento del Proyecto.

La estación de bombeo actual tiene un foso de 3.00 m de ancho x 6.00 m de largo x 5.50 m de altura. La capacidad del foso actual, cubre las necesidades de los nuevos equipos. Las estaciones de bombeo adicionales serían construidas con las mismas dimensiones que el actual. En la Tabla 7, se presentan las dimensiones del foso, necesario para las capacidades de las estaciones de bombeo.

Tabla 7. Cálculo para el dimensionamiento de la Estación de Bombeo

Año	Separación de Pared (m)	Ancho del Foso (m)	Largo del Foso (m)	Volumen del Foso (gal)	Altura Útil del Foso (m)	Nivel de Tapa (m)	Inver de Entrada (m)	Nivel de Fondo (m)	Lon. Tub. de Impulsión (m)	Dia. Tub. de Impulsión (plg)	Volumen del Foso (m3)
2010	0.50	3.00	6.00	5,718	1.20	74.20	68.72	67.52	50	10	21.64
2015	0.50	3.00	6.00	6,180	1.30	74.20	68.72	67.42	50	10	23.39
2020	0.50	3.00	6.00	6,630	1.40	74.20	68.72	67.32	50	10	25.09
2025	0.50	3.00	6.00	6,221	1.30	74.20	68.72	67.42	50	10	23.55
2030	0.50	3.00	6.00	6,551	1.40	74.20	68.72	67.32	50	10	24.80

Fuente: Documento del Proyecto.

En la Tabla 8, se presentan los resultados de las determinaciones de la carga estática y dinámica y la potencia de la bomba.

Tabla 8. Carga de las Bombas

Año	Nivel Max de Bombeo (m)	Carga Estática (m)	Pérdida de Carga (m)	Carga Dinámica (m)	Carga Dinámica (pies)	Vel. Tub. de Impulsión (pies/seg)	Potencia de Bomba (hp)	Voltaje (volt)	Amperaje (amp)	Rev. por Minuto (rpm)
2010	80.00	12.48	0.72	13.20	45	5.8	35	440	35	1,750
2015	80.00	12.58	0.72	13.30	45	5.8	35	440	35	1,750
2020	80.00	12.68	0.72	13.40	45	5.8	35	440	35	1,750
2025	80.00	12.58	0.72	13.30	45	5.8	35	440	35	1,750
2030	80.00	12.68	0.72	13.40	45	5.8	35	440	35	1,750

Fuente: Documento del Proyecto.

c) Desengrasadores

La estación de bombeo, envía las aguas residuales a un tanque aireado desengrasador. Actualmente el agua, entra con alta carga de grasas y aceites y la PTAR existente no está cumpliendo con los parámetros de descarga para aceites y grasas.

Las trampas de grasas sin aireación requieren un tiempo de retención mínimo de 15 minutos. Para 90 L/s, esto significará un tanque de 81m³ para cada módulo.

Se deberá construir dos desengrasadores nuevos para la primera fase de expansión y un tercero para la segunda fase de expansión.

El tanque desengrasador tendrá una capacidad de 81m³ para un tiempo de retención de 15 min para los 90 L/s.

d) Tamices Estáticos

Del tanque desengrasador el agua cruda pasará a un tamiz estático con capacidad de 90 L/s y con tamaños de abertura de 0.12 a 2.5 mm.

El nuevo reactor tendrá dos tamices de 90 L/s; uno de uso y el otro de reserva.

e) Reactor UASB

El diseño de reactores UASB para tratamiento de aguas residuales domésticas, se rige por criterios de carga hidráulica, y no por criterios de carga orgánica. En esta situación, la velocidad ascendente en el reactor se hace esencialmente importante: la velocidad excesiva resulta en la pérdida de la biomasa del sistema, reduciendo la estabilidad del proceso.

Uno de los aspectos más importantes del proceso anaerobio de los reactores UASB es su capacidad para desarrollar y mantener lodos de excelentes características de sedimentación. A continuación se presenta la memoria de cálculo de cada aspecto del reactor UASB para determinar los cambios al diseño necesarios.

El UASB instalado tiene cuatro módulos, cada uno de aproximadamente 820 m³, sus dimensiones se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Dimensiones del Reactor UASB.

Dimensiones	m	m ³
Ancho	9	
Largo	15	
Profundidad	6.08	
Volumen		820.13

Fuente: Documento del Proyecto.

El diseño hidráulico de las obras preliminares permite la entrada de un caudal máximo de hasta 90 L/s a los reactores UASB. El caudal modular del Reactor UASB, se presenta en la Tabla 10

Tabla 10. Caudal modular del Reactor UASB.

Parámetro	L/s	m ³ /día
Caudal Máximo por UASB	90	7 776
Número de Módulos	4	-----
Caudal Máximo por Módulo	22.5	1 944

Fuente: Documento del Proyecto.

f) Colección de efluente

La instalación de los tubos de colección de efluente requieren atención especial a su nivelación, pequeños cambios a su pendiente pueden representar una significativa variación en el flujo recogido de diferentes puntos. La turbulencia causada en las presas puede causar la liberación de gases, así que son más recomendables los tubos perforados sumergidos de colección. Los tubos perforados sumergidos son más eficientes por tres aspectos:

- Por ser sumergidos, el mantenimiento de flujos uniformes en los agujeros se ve favorecido, y los requisitos de nivelación de los dos tubos son menos importantes.
- El uso de tubos sumergidos disminuye o elimina los riesgos de la turbulencia, así como de la emisión de gases y malos olores.

Los tubos de colección de efluente están contruidos en acero al carbón, por lo que resulta necesario reemplazarlos por acero inoxidable y es recomendable cambiar su diseño a tubos sumergidos con agujeros.

g) Sistema de Muestreo y Descarga de Lodos

De acuerdo con Von Sperling y Chernicharo de Lemos (2006), para la descarga de los lodos debe haber por lo menos dos puntos de descarga, uno cerca del fondo y otro aproximadamente 1.0 a 1.5 m encima del fondo. Actualmente, los puntos de descarga son a 1.50 m y 3.00 m del fondo. Se estima que la descarga a 3.00 m es muy alta y debe ser deshabilitada. Reemplazando este punto de descarga se debe añadir otro punto de descarga 0.5 m encima del fondo del reactor. Adicionalmente, es recomendable instalar cuatro puntos de muestreo, espaciados en la dirección vertical, a cada 50 cm entre ellos, partiendo del fondo del reactor. Los muestreos se realizarán por medio de válvulas de bola de 2 pulgadas.

h) Laberinto de Cloración con el Equipo de cloración

En el diseño del sistema de desinfección de cloro gas, los parámetros principales para asegurar la eficiencia del tratamiento son el tiempo de retención o tiempo de contacto y la dosis que se administrará de cloro gas en mg/L al agua residual.

El caudal máximo de cada Reactor UASB es de 90 L/s, y para el laberinto de cloración se utilizará este caudal máximo de 90 L/s. La Planta de Tratamiento de Ciudad Sandino actualmente cuenta con un laberinto de cloración con 7 paredes internas, cuyas dimensiones se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Dimensiones del laberinto de cloración y tiempo de retención.

Dimensiones del canal de entrada	
Ancho (m)	1
Longitud (m)	9.4
Altura del agua (m)	1.6
Dimensiones de un canal de cloración	
Largo de canal (m)	9.8
Ancho de canal (m)	1
Area de un canal (m ²)	9.8
Número de canales	8
Area total de canales (m ²)	87.8
Volumen total del laberinto de cloración (m ³)	140.48
Tiempo real de retención en el laberinto de cloración (minutos)	26.02

Fuente: Documento del Proyecto.

Para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales, el tiempo de retención mínimo para el caudal máximo es de 15 minutos, por lo tanto se cumple también con este requerimiento, dado que el tiempo de retención en el laberinto de cloración es de aproximadamente 26 minutos.

i) Dosificación de cloro gaseoso

Las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales, establecen que la dosis de cloro necesaria para una desinfección normal de aguas residuales domésticas, para el tratamiento de efluente primario, es entre 8 y 20 mg/L.

j) Lecho de Secado

El exceso de lodos procedentes de los reactores UASB ya están digeridos y espesados, por eso sólo es obligatoria su deshidratación antes de su eliminación final. Los lechos de secado de lodos han sido la alternativa más utilizada para la deshidratación de los lodos de los reactores UASB. Esto se debe a los pequeños volúmenes de lodos descargados del sistema, como consecuencia del bajo rendimiento y alta concentración de los lodos en los reactores.

Con un reactor UASB de 90 L/s, se estima producir alrededor de 36 m³ de tortas de lodo deshidratada en cada ciclo de 15 días. Cuando se agregue el segundo módulo UASB y el caudal promedio sea de 180 L/s esta cantidad se duplicará a 72 m³ cada 16 días y cuando haya un total de 3 módulos de UASB y el caudal promedio de la planta de 270 L/s la cantidad de lodos deshidratada a disponer será de 108 m³ de lodos cada 16 días.

Los lechos de secado actuales están funcionando sin problemas, es muy recomendable construir un techo de material translúcido encima de los lechos de secado nuevos. Esto aumentará la productividad del espacio ocupado, y permitirá que el lodo se seque a un ritmo constante (de 15 días), de forma independiente de las precipitaciones.

El lodo producido en la PTAR actualmente forma tortas secas, sin olores y muy estables. Estas tortas de lodo actualmente se transportan al vertedero municipal para su disposición final.

5.1.1.4. Predicción de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de efluente

Los resultados de los monitoreos de la calidad del efluente de la PTAR del módulo existente demuestran que el sistema tiene una alta eficiencia en la remoción de contaminantes y cumple con los parámetros establecidos en el decreto 33-95, excepto para coliformes fecales, grasas y aceites.

El nuevo UASB a construir operará bajo las mismas condiciones, mejorándose el pretratamiento y la remoción de grasas, por lo que se espera cumplir con los valores de descarga permitidos en el país. Adicionalmente, con la cloración, el efluente cumplirá con las concentraciones de coliformes fecales permitidas de 1.0E+03 NMP/100 mL.

Con relación al Permiso Ambiental del Ministerio del Ambiente (MARENA), las obras que serán construidas en esta Fase I, conllevan los mismos impactos y medidas ambientales establecidas, disminuyéndose en la etapa de construcción debido a que se emplazarán menos obras. Durante la etapa de operación del módulo nuevo de tratamiento, este no generará mayores impactos que los ya analizados en el EIA de la planta instalada, la descarga seguirá realizándose en el mismo cuerpo receptor, en donde MARENA autorizó el vertido hasta por un caudal de 270 L/s, de acuerdo a la capacidad completa de diseño de todo el sistema.

Es importante señalar que MARENA autorizó la descarga de aguas residuales tratadas al cuerpo receptor (cauce La Trinidad y Lago de Managua), y actualmente vierten aguas residuales tratadas, dos complejos de zonas francas y dos PTAR propiedad de ENACAL.

El nuevo módulo de tratamiento tendrá la capacidad de tratamiento de 90 L/s de aguas residuales provenientes de los aportes de los barrios Bello Amanecer y Zona 7, que corresponden 2 665 conexiones de alcantarillado sanitario, los cuales generaran 17.7 L/s de aguas residuales.

La Tabla 12, presenta la predicción de la calidad físico-química y bacteriológica del efluente, así como la eficiencia de remoción de los parámetros claves y la predicción de calidad del efluente promedio del reactor UASB con base en muestreo de ENACAL (2016-2017).

Tabla 12. Predicción de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del efluente.

	Influente	Efluente	Remoción	
	Promedio	Promedio	Min	Max
DQO mg/L	737	149	56%	89%
DBO mg/L	420	54	77%	94%
SS mg/L	425	47	64%	94%
Aceites y Grasas mg/L	108	15	74%	94%
Coliformes Fecales	1.03E+08	9.40E+06	1	2

Como se puede observar el UASB actual tiene una mejor eficiencia de remoción. Además todos los parámetros están en cumplimiento con excepción de los coliformes fecales. El proyecto, incluye el reemplazo del equipo de cloración actual por uno de mayor capacidad, pasar de 2 a 5 Kg/día. Con este cambio, el efluente debe cumplir con los parámetros de coliformes fecales. La ampliación, contempla adicionalmente un tanque desengrasador para mejorar los resultados del efluente relacionado con aceites y grasas.

5.2 ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DEL MARCO INSTITUCIONAL, LEGAL Y NORMATIVO AMBIENTAL DEL PAIS, APLICABLE AL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD SANDINO-FASE I, PARA EVALUACION DE SU IMPACTO AMBIENTAL.

El marco de regulación ambiental de la República de Nicaragua inicia desde la Constitución Política, la cual establece en el Arto. 60 que los nicaragüenses tienen derecho a vivir en un ambiente sano. Así mismo, señala en sus Artos. 102 y 105, que el agua es un recurso natural patrimonio nacional, cuya conservación, desarrollo, explotación corresponde al Estado, el cual además debe promover, facilitar, regular la prestación del servicio público de agua potable, alcantarillado sanitario en beneficio de la población, siendo el acceso a este servicio un derecho inalienable.

Las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, están establecidas en la Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, la cual orienta un uso racional y sostenible, de acuerdo con lo señalado en la Constitución Política.

La Ley 217, establece los instrumentos para la gestión ambiental, conformado por el conjunto de políticas, directrices, normas técnicas, legales, actividades, programas, proyectos e instituciones que permiten la aplicación de los Principios Generales Ambientales y la consecución de los objetivos ambientales del país,

entre los cuales son aplicables a este proyecto: los instrumentos de la Planificación, Legislación, el Ordenamiento Ambiental del Territorio.

El sistema de permisos y evaluación de impacto ambiental está administrado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con las instituciones que corresponda, obligándole por ley a consultar el estudio con los organismos sectoriales competentes, en este caso, el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) y las Alcaldías de Ciudad Sandino y Mateare.

A continuación, se hace un análisis de las leyes, políticas, normas que regulan el sector agua potable y saneamiento, de conformidad con el marco ambiental legislativo del país y dando un énfasis a aquellos procedimientos e instrumentos de mayor relevancia para los componentes de este proyecto.

5.2.1. Sistema de evaluación ambiental

El Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) de Nicaragua (Decreto 76-2006), establece que la Evaluación Ambiental (EA) es un Proceso compuesto de actos administrativos que incluye la preparación de estudios, celebración de consultas públicas y que concluye con la autorización o denegación por parte de la Autoridad competente, nacional, regional o territorial.

La Evaluación Ambiental es utilizada como un instrumento para la gestión preventiva, con la finalidad de identificar y mitigar posibles impactos al ambiente de planes, programas, obras, proyectos, industrias y actividades, de conformidad a este Decreto y que incluye: la preparación de estudios, celebración de consultas públicas, y acceso a la información pública para la toma decisión.

El ámbito de aplicación del decreto alcanza los Planes y Programas de Inversión Sectorial y Nacional, de conformidad con el artículo 28 de la Ley No. 290 aprobada en febrero de 2013, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo; así como, aquellas Actividades, Proyectos, Obras e Industrias sujetos a realizar Estudios de Impacto Ambiental.

El proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino en su Fase I, tiene proyectado generar un caudal de 180 L/s equivalentes a 15 552 m³/día, por lo que se ubica en Proyectos de Categoría Ambiental II y por lo tanto está sujeto a un Estudio de Impacto Ambiental.

5.2.2. Sector agua potable y saneamiento

Las principales disposiciones legales relacionadas con el Sector agua potable y saneamiento, vigentes a la fecha, se encuentran dispersas en diversos instrumentos jurídicos, que se resume en la tabla 13 de la página 53.

De este conjunto de Leyes, Decretos y Reglamentos se destacan, las disposiciones legales que establecen las principales funciones y misiones de las instituciones del sector a cargo de la titularidad, rectoría, regulación, control y prestación de los servicios que constituyen el Marco legal general del sector.

Tabla 13. Instrumentos legales ambientales del sector agua y saneamiento aplicables al Proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de Ciudad Sandino, Fase I.

INSTRUMENTO APLICABLE	COMPONENTE	ACTIVIDAD REGULADA
Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales	Todos los componentes	Todas las actividades desde la etapa de formulación hasta la operativa.
Sistema de Evaluación Ambiental (Decreto 76-2006)	Todos los componentes	Permiso Ambiental del proyecto. Implementación de medidas ambientales,
Decreto No. 33-95, Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias.	PTAR	Tratamiento y descarga de las aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario.
Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales	Aguas Residuales	Disposición y Reúso de aguas residuales.
Ley 640. Código Penal. Delitos contra la naturaleza y el ambiente tipifica los delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales, las acciones u omisiones	Todos los componentes	Cumplimiento de los condicionantes de Permisos Ambientales y Municipales.
Ordenanza Municipal. Daños y multas ambientales en el municipio de Ciudad Sandino. Establece aquellas conductas, actos, actividades u omisiones que violen o alteren las disposiciones relativas a la conservación, protección, manejo, defensa y mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales y define las sanciones administrativas que se deben aplicar a los infractores.	Todos los componentes Etapa construcción y operación	Disposición inadecuada de aguas residuales.
Ley 297, Ley de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario	Aguas residuales	Operación del sistema de alcantarillado sanitario y aguas residuales
Ley No. 40, Ley de Municipios.	Proyecto en conjunto.	Planificación y protección del recurso, permisos ambientales. Desarrollo, conservación y control del uso racional del medio ambiente y los recursos naturales como base sostenible del municipio.
Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. INAA 1994. Orientaciones para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.	Alcantarillado sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.	Diseño y construcción de redes de Alcantarillado sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.
NTON 05 027-05, Norma Técnica Ambiental, (Regula los sistemas de aguas residuales y su Reúso, establece disposiciones, regulaciones técnicas y ambientales para la ubicación, operación y mantenimiento, manejo y disposición final de los desechos líquidos y sólidos generados por los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias; incluyendo el Reúso de las aguas tratadas).	Sistema de tratamiento de Aguas Residuales	Manejo de lodos

Fuente: Elaboración Propia.

La Ley 620, tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, aprovechamiento sostenible, equitativo y de preservación, en cantidad y calidad, de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales, o de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.

Los objetivos particulares de esta Ley son:

- a) Ordenar y regular la gestión integrada de los recursos hídricos a partir de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrográficas e hidrogeológicas del país.
- b) Crear y definir las funciones y facultades de las instituciones responsables de la administración del sector hídrico y los deberes y derechos de los usuarios, así como, garantizar la participación ciudadana en la gestión del recurso.
- c) Regular el otorgamiento de derechos de usos o aprovechamiento del recurso hídrico y de sus bienes.

La Ley 620 aprobada en mayo de 2007, crea la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que será el órgano descentralizado del Poder Ejecutivo en materia de agua, con personería jurídica propia, autonomía administrativa y financiera. Esta, tendrá facultades técnicas-normativas, técnicas-operativas, de control y seguimiento, para ejercer la gestión, manejo y administración en el ámbito nacional de los recursos hídricos, de conformidad a la presente Ley y su Reglamento.

La ANA a fin de garantizar la gestión descentralizada y la operatividad en la gestión integral de los recursos hídricos en todo el país, deberá proponer al Consejo Nacional de los Recursos Hídricos (CNRH) para su aprobación, la conformación de los Organismos de Cuenca que se requieran de acuerdo a lo dispuesto en el Capítulo III de la Ley 620. Otorgar, modificar, prorrogar, suspender o extinguir los títulos de concesión y licencia y para el uso o aprovechamiento del agua y de sus bienes, y los permisos para el vertido de las aguas residuales en cuerpos receptores de dominio público.

Lo correspondiente a servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, será administrado por las instituciones sectoriales respectivas de conformidad a la legislación vigente.

La Ley 297, aprobada en mayo de 1974, Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, regula las actividades de producción de agua potable, su distribución, la recolección de aguas servidas y la disposición final de éstas.

Son objetivos particulares de esta ley:

- 1. La exploración, producción y distribución de agua potable, la recolección y disposición de las aguas servidas.
- 2. El otorgamiento, fiscalización, caducidad y cancelación de concesiones para establecer y explotar racionalmente estos servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley.
- 3. La fiscalización del cumplimiento de las normas referidas a la prestación de los servicios y actividades productivas conexas y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento.

4. Las relaciones entre las concesionarias y los prestadores de servicios y de éstos con el Estado y los usuarios.
5. Los conceptos generales e información de la consideración, aprobación, fijación y fiscalización de las tarifas.
6. Dictar y supervisar el cumplimiento de las normas técnicas propias de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

Corresponde al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), como Ente Regulador, la aplicación de la presente ley, sin perjuicio de las facultades conferidas por su ley orgánica, y de las concedidas por sus respectivas leyes a los Ministerios de Salud, del Ambiente y los Recursos Naturales.

5.2.3. Regulaciones de vertidos de aguas residuales

La Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales, aprobada en marzo de 1996, define la protección del agua, las fuentes de agua como fundamentales, así como, las sanciones contra su contaminación, siendo obligación del estado y de todas las personas naturales o jurídicas que ejerzan actividad en el territorio nacional y sus aguas jurisdiccionales, la protección, conservación de los ecosistemas acuáticos, garantizando su sostenibilidad. El Arto. No. 77 ésta la Ley, estipula que cualquier actividad que genere aguas residuales, requerirá de autorización previa para verter aguas residuales.

Las Disposiciones para el Control de las Contaminaciones Provenientes de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias se encuentran en el Decreto No. 33-95. Este define las atribuciones de los distintos organismos en el control y penalización de la contaminación por aguas servidas y residuales, así como los límites máximos permisibles de los principales parámetros indicadores de contaminación, para el vertimiento de aguas residuales tratadas a cuerpos receptores o sistemas de alcantarillado sanitario.

En el caso particular de la ciudad de Managua, las disposiciones que regulan las descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento y que sean descargadas al Lago Xolotlán o de Managua, están normadas en el Decreto No. 77-2003. Los límites máximos permisibles de los diferentes parámetros normados son similares a los dispuestos en el Decreto 33-95, con excepción de los coliformes fecales, para los cuales se establece un límite de 5×10^5 NMP/100ml.

Las autoridades con mandato regulatorio para el control y seguimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de alcantarillado sanitario y las descargas a cuerpos receptores, son el MARENA y el Ente Regulador, INAA.

Las personas naturales y jurídicas, nacionales y extranjeras, que deseen realizar actividades que impliquen descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento en el Lago Xolotlán, deberán contar con un permiso de descarga otorgado por MARENA en conjunto con INAA, previo al inicio de

operaciones. Así mismo, el proponente del proyecto deberá demostrar mediante la evaluación ambiental requerida, el cumplimiento de los límites máximos permisibles y el plan de monitoreo establecido. Debe obtener un permiso de descarga, el cual está sujeto a seguimiento y renovación cada dos años.

El decreto No. 33-95 establece los requerimientos para la descarga de aguas residuales no domésticas a las redes de alcantarillado sanitario, indicando los límites máximos permisibles, las frecuencias de monitoreo de aguas residuales y el procedimiento a seguir para autorizar las descargas a las redes de alcantarillado sanitario.

Las instituciones facultadas por este decreto para el control de estas descargas son MARENA e INAA, pero operativamente ENACAL creó un programa de vertidos industriales, para controlar las descargas a sus sistemas de alcantarillado sanitario. Si bien la ley no faculta a ENACAL a exigir el cumplimiento de las normas de vertidos, la empresa cuenta con un Reglamento del Servicios al Usuario aprobado por INAA, donde está en capacidad de realizar aquellas acciones necesarias para proteger sus redes de materiales y sustancias tóxicas, corrosivas, explosivas, etc.

5.3. LÍNEA BASE AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA PROYECTO

5.3.1. Área de influencia del proyecto

5.3.1.1. Área de influencia directa del proyecto

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, de Ciudad Sandino, está ubicada, en el Kilómetro 14, de la Carretera Nueva a León, en dirección suroeste a 600 metros, en la zona de Los Brasiles, Municipio de Mateare. Las viviendas más próximas se encuentran a 545 m hacia el sur y aproximadamente a 235 m de una industria textil localizada en el margen izquierdo de la carretera Managua, Mateare. Está previsto, que la ampliación del sistema de tratamiento para las aguas residuales del Municipio de Ciudad Sandino, se realice en la misma área de la construcción existente.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) está instalada en un terreno de 39 950 m² y ocupa 12 400 m² del terreno. Actualmente dos líneas de alta tensión de 138 kV pasan por la parte sureste del terreno. Según las normas para derechos de servidumbre establecidas por ENEL para líneas de transmisión de alta tensión, el derecho de servidumbre para electroductos de 138 kV es de 10.00 m a cada lado (total de 20 m). Con estas limitaciones, quedan 9 386 m² al sur de las líneas, y 23 450 m², incluyendo las construcciones actuales, al norte de las líneas.

5.3.1.2. Área de influencia indirecta del proyecto

El proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, se ubica físicamente en el Municipio de Mateare y recolecta las aguas residuales domésticas que generan los pobladores de Ciudad Sandino. De tal forma que, como área indirecta de influencia, se tendrán a ambos municipios, por lo que el establecimiento de la línea base ambiental del proyecto incluirá tanto al municipio

de Mateare (297.4 km²) en la figura 5 de la página 58, se presenta el área de influencia indirecta del proyecto. Como Ciudad Sandino (51.11 km²) para un total de 348.51 km².

A. Municipio de Ciudad Sandino

A.1. Ubicación geográfica

El Municipio de Ciudad Sandino se encuentra ubicado a 12 km. al oeste de la ciudad de Managua y fue fundado en 1969. Su extensión territorial es 51.11 km² se localiza entre las coordenadas 12° 01' y 12° 14' Latitud norte y 86° 18' a 86° 25' Longitud oeste (INEC, 2017).

Los Límites municipales son:

- **Al Norte:** Con el municipio de Mateare.
- **Al Sur:** Con el municipio de Managua.
- **Al Este:** Lago Xolotlán.
- **Al Oeste:** municipio de Mateare y Villa Carlos Fonseca.



Figura 5. Área de influencia indirecta del proyecto de ampliación de la PTAR de Ciudad Sandino.

A.2 Breve Reseña Histórica

El inicio de la fundación de Ciudad Sandino, se remonta al año de 1969, cuando se producen graves inundaciones por la crecida del lago Xolotlán, producto de una depresión tropical en el país. Los barrios adyacentes a la costa del lago como La Tejera, Miralagos, Quinta Nina, Acahualinca y otros fueron afectados por el fenómeno, teniéndose que trasladar a sus habitantes a un lugar más seguro. (INEC, 2017).

El Gobierno de ese entonces, formó el proyecto de Organización Permanente de Emergencia Nacional (cuyas siglas son OPEN), negociando la compra de las propiedades algodonerías de la familia Blandón para asentar ahí a las familias damnificadas producto de la crecida del lago. Se poblaron dos zonas que se corresponden con el OPEN-3 (actual núcleo poblacional de Ciudad Sandino) y Bella Cruz, (conocida como Zona N° 8). Primeramente se le dio el nombre de Reparto Santa María en los recibos de abonos para la adquisición de terrenos de familia Blandón; posteriormente se sustituyó por el nombre de OPEN-3.

El 17 de julio de 1979, con la caída del Gobierno del General Anastasio Somoza, el nombre de OPEN-3, fue cambiado a Ciudad Sandino, por el compositor "El Gato Aguilar", el cual fue aceptado por la ciudadanía y hasta hoy se conserva.

En el año 1995, el comité distrital para el desarrollo, solicitó la aprobación de una Ley que eleve el distrito al rango de Municipio, argumentando los factores geográficos y socioeconómicos. El proyecto de Ley fue sometido a la Asamblea Nacional, fue aprobado a través de la Ley N° 329, publicada en enero del 2000, que crea el Municipio de Ciudad Sandino, formando parte del Departamento de Managua.

B. Municipio de Mateare

B.1. Ubicación geográfica

Ubicado a 25 Km al noroeste de la capital, ocupa el sexto lugar en extensión territorial entre los siete municipios del departamento y el 7mo en razón de su población. Con una extensión territorial de 297.4 Km.² y situado entre las coordenadas 12° 14' de latitud norte y 86° 25' longitud Oeste. Es totalmente urbano.

Mateare cuenta con la cuenca sur del municipio, que es una zona montañosa, perteneciente a la cordillera de los Marrabios. La parte norte la ocupa el lago Xolotlán de Managua. El municipio incluye dos lagunas: Xiloá y Apoyequé tres cerros: Las Lomas, Tolpetate y Cuape, y, el volcán Apoyequé o Chiltepe.

Limita al norte con el Lago de Managua, al sur con el municipio de Villa Carlos Fonseca, al este con los municipios de Managua y Ciudad Sandino y al oeste con el municipio de Nagarote.

B.2. Breve Reseña Histórica

Fue fundado desde 1898, según la Ley de División Política Administrativa publicada en La Gaceta, en octubre de 1989 y abril de 1990, pertenece al Departamento de Managua (INEC, 2017). El origen del nombre de MATEARE tiene dos versiones: La primera, por tradición oral considera que el nombre de "MATEARE" se debe al nombre de un Cacique, de una pequeña tribu que estaba asentada en Las Lomas. A la llegada de los conquistadores españoles, fueron hechos esclavos y la gran mayoría de los indígenas fueron asesinados.

La segunda versión afirma, que en MATEARE existió en abundancia un árbol llamado "Espino de Mateare" muy apreciado por los indígenas, debido a sus propiedades nutritivas y alimenticias.

Mateare es tan antiguo como las primeras ciudades fundadas por los conquistadores españoles. Se presume que Mateare fue un paso obligado de caravanas que se dirigían a la ciudad de León, deteniéndose para descansar o cambiar sus bestias para proseguir en su marcha.

C. Descripción del Medio Físico

C.1 Geología:

El área en estudio se encuentra en la provincia geológica de la depresión de Nicaragua, la misma comprende el área que ocupa el graben, al norte Costa Cosigüina, al sur frontera con Costa Rica, al oeste Cordillera de Marrabios y al este los lagos, donde comienzan a levantarse las áreas montañosas (Guillermo Espinoza , 2001).

La provincia se caracteriza por las estructuras geológicas jóvenes más prominentes en la geología como son: las grandes fallas, que han causado la formación del graben y actualmente limita la provincia. Tuvo su comienzo durante el Mioceno–Plioceno y se continuó hasta el Cuaternario, cruzando todo el Pacífico de Nicaragua desde el Golfo de Fonseca en el NO, hasta la frontera con Costa Rica.

Este se puede interpretar como un graben de morfología asimétrica, limitado por dos sistemas de fallas sísmicamente activas de rumbo NO-SE, y se formó como consecuencia del hundimiento de las regiones comprendidas entre estas fracturas, acompañado por actividad volcánica a lo largo de las fallas principales.

La cadena volcánica reciente, parcialmente activa, la atraviesa desde el NO hasta el SE. Esta provincia engloba una potente capa de rocas piroclásticas y aluvionales.

Las características geológicas del área de influencia del proyecto correspondientes a los municipios de Ciudad Sandino y Mateare son las siguientes:

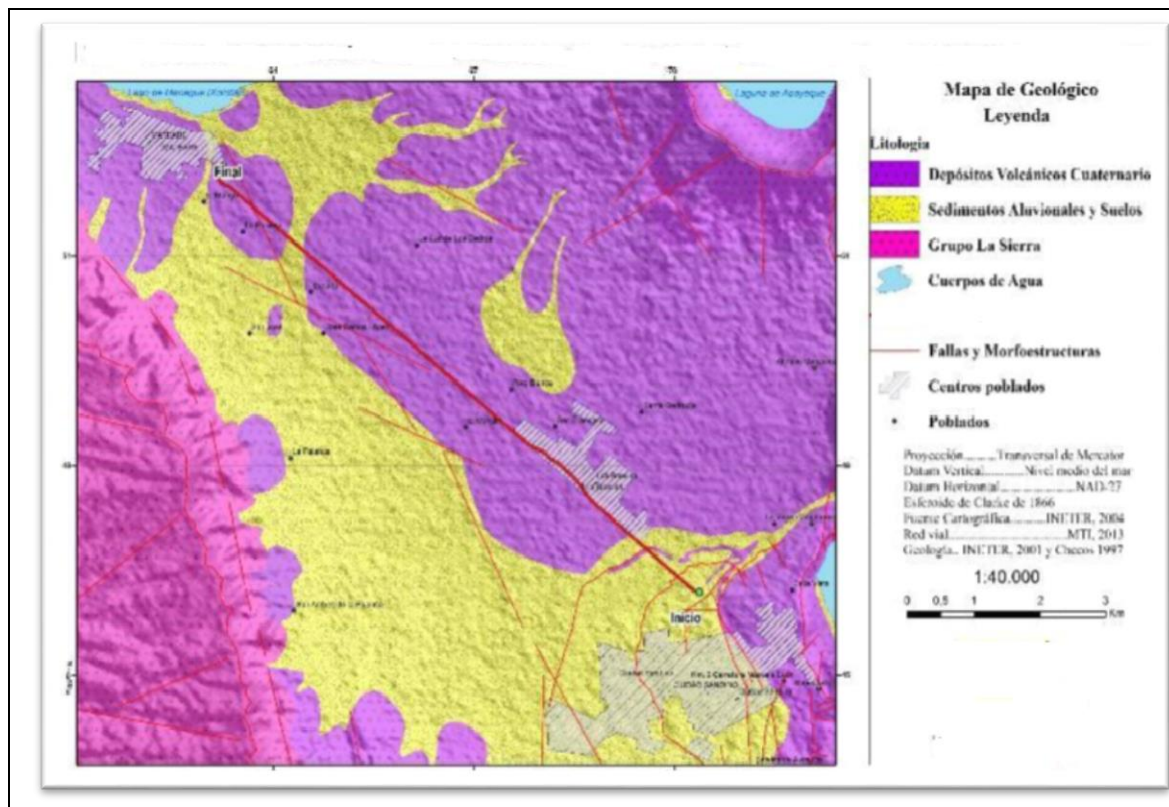
Las principales rocas que están distribuidas en orden de aparición en el área son:

Escoria, tobas y lava, se trata de intercalaciones de tobas cineríticas con escoria y lavas de composición basáltica y andesítica.

Depósitos de piedra Pómez, conformados por fragmentos sueltos angulares y vesiculares, de tonalidades claras y composición dacítica.

Sedimentos aluviales, constituidos por arenas, limos arcillosos con intercalaciones de gravas y arenas gruesas.

Sedimentos coluviales, cuya fuente es el propio volcán Apoyeque, conformados por cantos gruesos y angulares, englobados en matriz arenosa y limo-arcillosa.



Fuente: Mapa geológico de INETER.

Figura 6. Características geológicas de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.

A inicios del área se encontraron depósitos de tobas con escorias, lavas, constituidas por basaltos, andesita, riolita y rocas efusivas; a partir de estos resultados se consultó la existencia de complejos volcánicos que puedan influir en esta zona, ya sea con presencia de sedimentos de anteriores erupciones y/o actividad sísmica asociada.

De conformidad con el Mapa geológico a escala 1:40 000 de INETER, (2006) existen cambios litológicos que van desde Ciudad Sandino hasta Mateare, observándose en los siguientes estacionamientos, en la Figura 6:

- **Estación 0+000 hasta 1+136:** Sedimentos recientes coluviales y aluviales, producto de la erosión eólica y por escorrentía (en temporada de invierno).
- **Estación 1+136 hasta 11+508:** Depósitos volcánicos, de oleada y aereolíticos (Hodgson, 2000, Checos, 1997) de edades pleistocénicas, correspondientes al grupo Managua, provenientes de los aparatos volcánicos dentro del graben de Managua.

C. 2. Geomorfología

Comprende relieve bajo, un poco ondulado, donde se encuentran los dos grandes lagos de Nicaragua, comprende también elevados conos volcánicos de la cordillera de los Marrabios y los relieves circulares de los cráteres y calderas, algunas con lagunas. La depresión tuvo comienzo durante el Mioceno-Plioceno y se continuó hasta el Cuaternario, esta se caracteriza por el predominio de rocas volcánicas y depósitos sedimentarios del Pleistoceno y Reciente.

C.3. Edafología

Tanto en el relieve alto accidentado como en el de planicie, son suelos de influencia volcánica.

Los factores y procesos formadores que han modelado estos suelos son: Vulcanismo, Tectonismo, Erosión y Sedimentación. Las diferencias textuales dependen del piroclasto del que provienen, su grado de desarrollo y de su posición geográfica en el área.

Estas texturas varían desde la arenosa franca proveniente de piroclastos más recientes, a las arcillosas derivadas al lado volcánico. Por sus características morfogenéticas y taxonómicas, se puede mencionar como suelos jóvenes poco desarrollados, los que se localizan alrededor del cerro Motastepe, se caracterizan por presentar un perfil de poco espesor, con texturas totalmente gruesas, arena franca, en todo el perfil.

Otros suelos que se localizan en la parte plana del municipio, presentan un grado de desarrollo un poco más evolucionado. Taxonómicamente son suelos Inceptisoles derivados de cenizas volcánicas, se caracterizan por presentar contenidos de 60% o más de cenizas volcánicas, lapillis o piroclásticos vítreos en la fracción de limo, arena o grava.

C.4. Hidrología

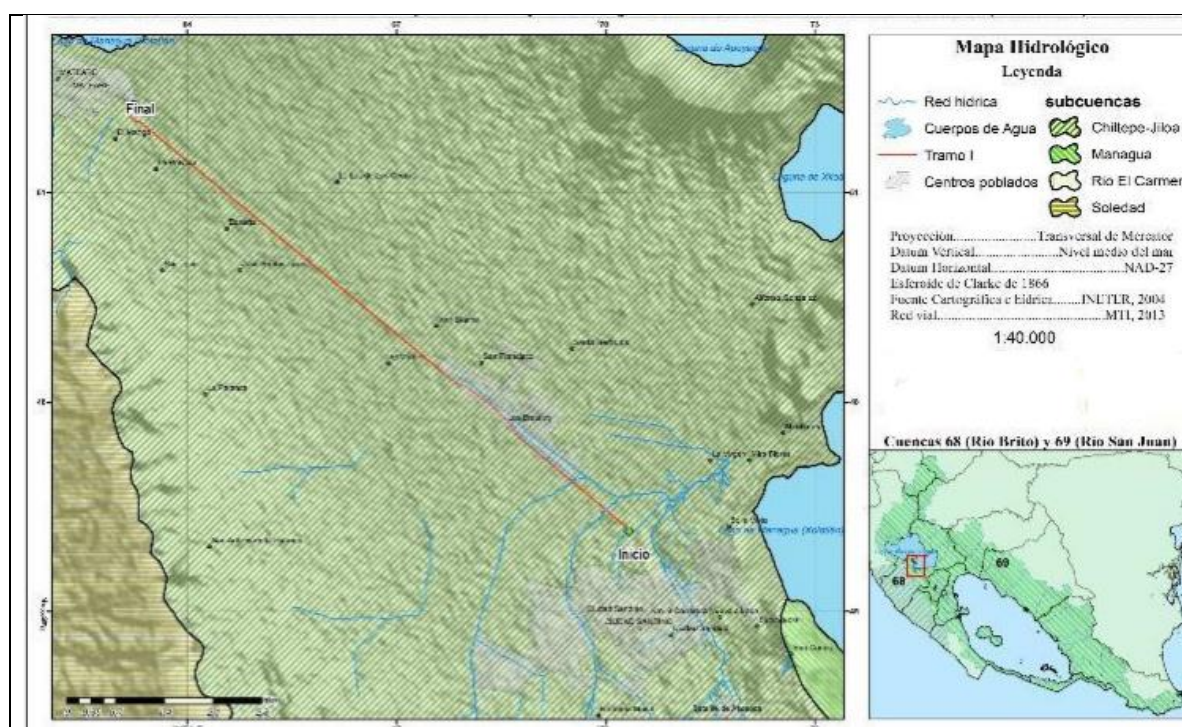
El área se sitúa en la Cuenca 69, que abarca el Río San Juan y los grandes lagos nicaragüenses: Xolotlán y Cocibolca, que son parte de los recursos hídricos más importantes de Nicaragua, por ser factor clave de desarrollo. El lago Xolotlán tiene un área de 1 016 km² y una cuenca de 6 668 km². Es importante mencionar que, a lo largo del área, se localizan cuerpos de agua superficiales importantes como es el Lago Xolotlán de Managua, localizado geográficamente en las coordenadas 12° 00' y 12° 41' latitud Norte y 86° 00' y 87° 45' longitud Oeste, separando las vertientes

del Atlántico y las del Pacífico Nicaragüense, se encuentra a una elevación media de 39 msnm.

En la Figura 7, se presenta el mapa hidrológico de la zona de influencia del proyecto. En esta cuenca, los patrones de drenaje responden al tipo de roca y los rasgos estructurales, se distingue el dendrítico en las rocas piroclásticas de las sierras en la cuenca sur del lago de Managua. En las rocas volcánicas compactas se desarrolla el patrón sub paralelo por la predominancia de las corrientes en fallas y fracturas. La densidad de drenaje de la cuenca es menor que 1 km/km^2 que indica una cuenca pobremente drenada. El drenaje se produce principalmente hacia el Lago de Managua y Laguna de Masaya.

El orden máximo de corriente es de 3. Las pendientes de los ríos son suaves y la densidad de drenaje es baja, menor a 1 km/km^2 . Esto indica ríos cortos, de poco recorrido, con crecidas lentas y sostenidas, confirmado por un tiempo de concentración largo, de hasta 26 horas.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona de estudio corresponde al sistema acuífero de Las Sierras, formado por depósitos piroclásticos semiconsolidados de hasta 400-600 m de potencia y edad pleistoceno, que además incluyen cenizas volcánicas, ignimbritas, lapilli, tobas, pumitas, etc. Se trata de materiales de muy alta permeabilidad, aunque existen localmente acuíferos colgados de pequeña entidad.



Fuente: Mapa hidrológico de INETER.

Figura 7. Características hidrológicas de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.

C.5. Usos del Suelo

El área de influencia directa se sitúa específicamente en el municipio de Mateare, en territorio de Los Brasiles. Esta es una zona en que se practica la agricultura, con presencia de los productos tradicionales para sostenibilidad y autoconsumo.

En Los Brasiles el desarrollo de la actividad agrícola se da con menor intensidad, producto del deterioro en la fertilidad de las tierras, al ser utilizadas como tierras de monocultivo. La mayor parte de las tierras ocupadas por proyectos del Estado de Nicaragua, pasaron a manos de sus antiguos dueños, que en su mayoría desarrollan actividades ganaderas.

Parte del área de influencia indirecta del proyecto, es considerada zona ganadera, se maneja, en su mayoría, sólo ganado de leche, hay algunos ganaderos o empresas que manejan ganado de engorde pero es mínimo. La producción de leche de los medianos y pequeños ganaderos se vende en Mateare, Los Brasiles y gran parte en Ciudad Sandino.

Durante el recorrido del área de influencia del proyecto, se realizó un levantamiento fotográfico (Figura 8), donde se logró observar extensas áreas de pastos de ganado y áreas con cultivo de sorgo utilizando como barrera vivas de árboles de Chilamate.



Figura 8. Uso de suelos en el área de influencia del proyecto: Pastizales, cercas vivas de árboles de Chilamate, cultivo de sorgo.

Fuente: Elaboración propia.

El uso del suelo en área de influencia directa del proyecto, se distribuye así:

- El área de pastizales es la que predomina con 712 Ha, Cultivos anuales con 51.32 Ha.
- Tacotales con 30.76 Ha y con menor área la vegetación arbustiva con 8.83 Ha.

C.6. Clima

El clima en esta zona es tropical de sabana con variaciones a subtropical, semihúmedo con temperatura entre los 25 y 27 °C, con vientos variables de 12 a 15 km/h y humedad relativa del 63%.

El clima cálido predomina todo el año, con excepción de las zonas altas ubicadas al oeste del municipio. El régimen de precipitación es estacional, iniciándose el invierno a mediados de mayo, y culminando en octubre, dos picos de mayor precipitación en los meses de mayo y octubre, durante los cuales cae el 99% de la lluvia anual, descenso drástico de lluvias entre los meses de julio a agosto, cuando ocurre el fenómeno de canícula o veranillo.

La clasificación Bioclimática de Holdridge lo define como bosque seco tropical y sub-tropical. La precipitación media anual es de 1 350 mm, variando de 50 mm en la franja costera a 1 300 mm en las partes altas de los filos de Cuajachillo.

C. 7. Amenazas

En este acápite se identificaron las amenazas a las que está expuesta el área en estudio y los elementos que están expuestos a las mismas.

La zona geológica a la que McBirney llamó Depresión de Nicaragua (1955-56) está localizada sobre la placa tectónica continental próxima a la fosa mesoamericana y a la placa Cocos, las cuales contribuyen para que esta provincia sea considerada como la más afectada por movimientos sísmicos, por consiguiente siendo afectada por vulcanismo y terremotos.

Los procesos tectónicos de subducción derivan en una alta sismicidad en esta región, que puede también llegar a originar subidas puntuales del nivel del mar, además de las características propias de un terremoto, y una elevada actividad volcánica que a su vez vuelve a generar movimientos sísmicos, con las consiguientes inestabilidades de laderas y fenómenos de licuación en depósitos arenosos y limosos.

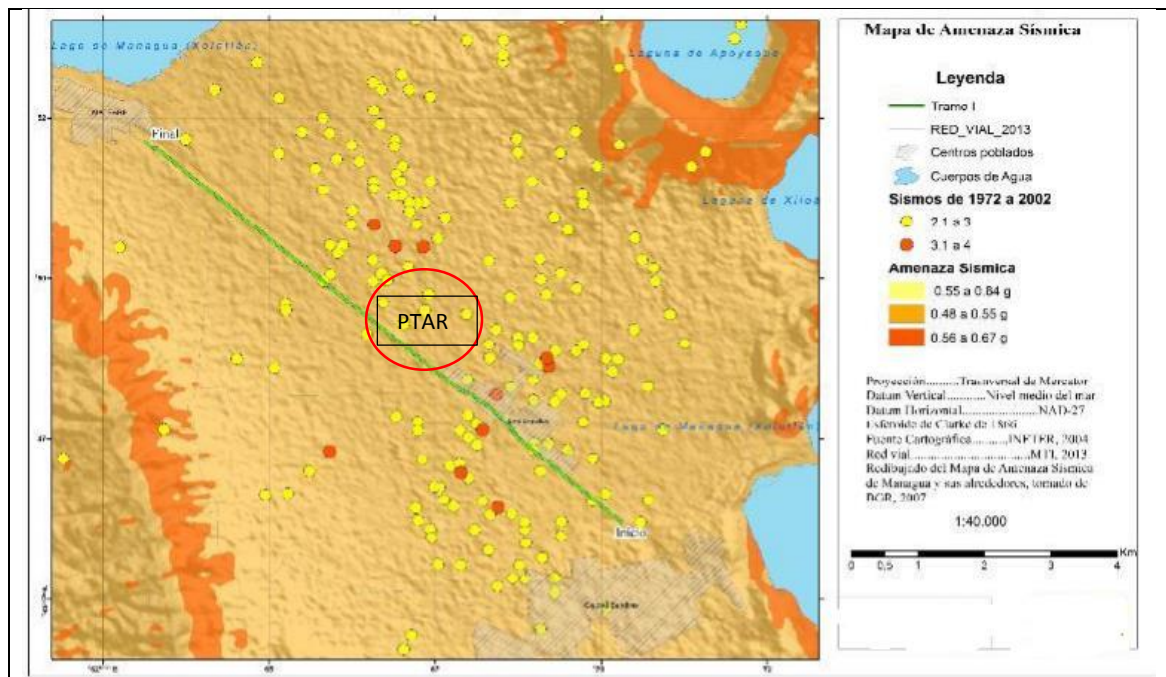
Según el mapa de inestabilidad de laderas a escala 1:50 000 incluido en el mapa de Georriesgos del Departamento de Managua y alrededores, editado en 2003, por INETER, la zona de la ubicación exacta de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino en Mateare, no presenta amenaza o riesgo de inestabilidad de laderas, durante el recorrido de campo se observó la inexistencia de modelado del relieve en el que pudieran presentarse deslizamientos, dado que casi toda el área es llana.

C.7.1. Amenazas Naturales

C.7.1.1. Amenaza Sísmica

El área del proyecto de ampliación de la PTAR se encuentra en una de las regiones de mayor sismicidad del país, según los modelos de aceleración máxima del suelo esperado en 50, 100 y 500 años. Se ha tenido en cuenta la información sísmica reflejada en el mapa de amenaza sísmica de la Dirección de Sismología de INETER, en el que puede observarse cómo la amenaza disminuye desde el oeste hacia el nor-este del país, dado que la velocidad de las ondas sísmicas se va reduciendo al aumentar la distancia desde el hipocentro y según las características físico-químicas del medio, así como de las formaciones geológicas que atraviesan.

El proyecto se encuentra en un área geológicamente inestable, con magnitudes estimadas de 6-7 grados Richter para la depresión nicaragüense. Por esto se considera posible el impacto de terremotos que podrían afectar esta zona con altas intensidades. Las fuentes sismogénéticas que afectan este sector son principalmente la zona de convergencia entre las Placas Cocos y Caribe, la zona de profundidad intermedia y la sismicidad asociada al cinturón volcánico cuaternario.



Fuente: Mapa de Amenaza sísmica de INETER.

Figura 9. Mapa de Amenaza Sísmica de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.

C.7.1.2. Amenaza volcánica y sismicidad asociada.

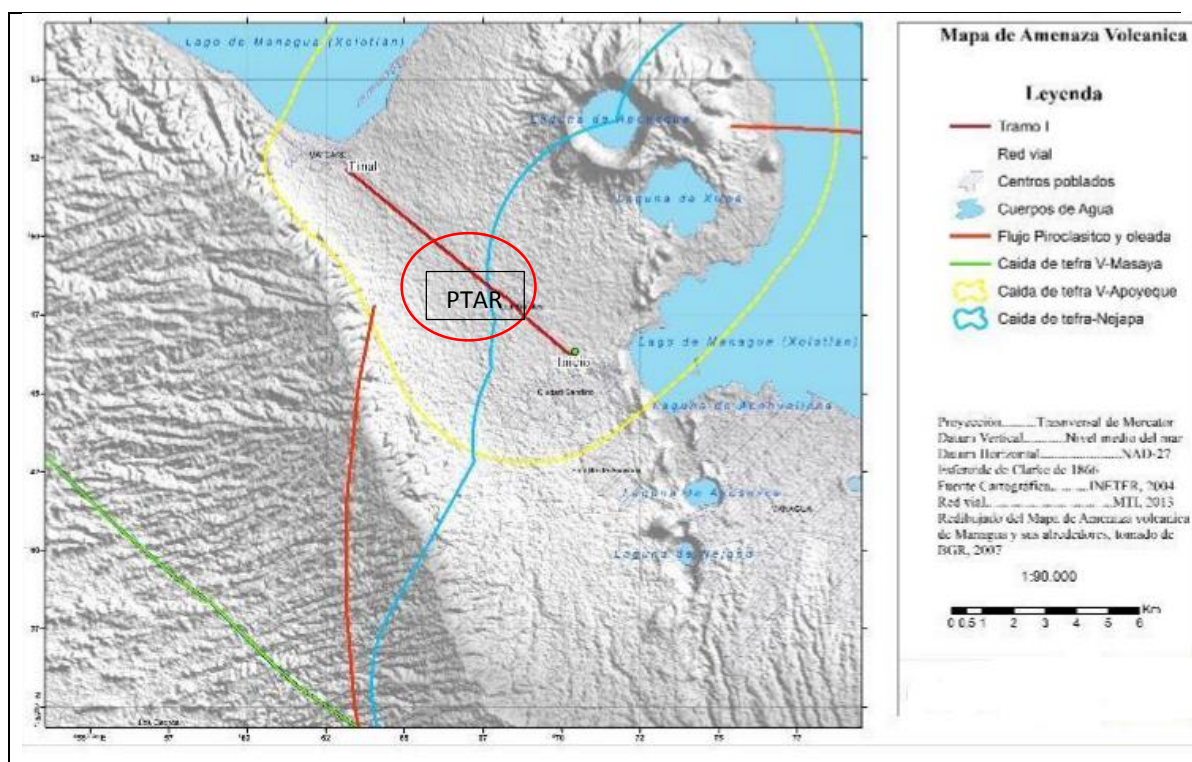
A partir de la consulta en los mapas de amenaza sísmica a escala 1:50 000 y mapa de amenaza volcánica a escala 1:50 000, incluidos en el Mapa de Georriesgos de Managua y alrededores, editado por INETER. Se infiere que la zona de estudio presenta una Amenaza Sísmica-Volcánica mediana y algo mediana. Estos mapas muestran la existencia de una falla comprobada entre la Laguna de Nejapa, Miraflores y el Lago de Managua, por lo que el riesgo de activación de ésta, cuando haya un sismo eleva el riesgo.

En cuanto a la actividad sísmica asociada a la actividad volcánica, para el período comprendido entre los años 1975 y 2010, se localizan en las proximidades del área varios epicentros con una magnitud promedio según la escala de Richter entre 4 y 5, aunque puntualmente algunos superan una magnitud de 5.

La sismicidad está asociada a los volcanes o complejos volcánicos como el Volcán Momotombo, Apoyeque, Masaya, Nejapa-Miraflores y Laguna Apoyo. A partir de la

información disponible consultada, se encontró que los complejos volcánicos Momotombo-Apoyeque, ubicado en la Península de Chiltepe, Nejapa-Miraflores y Masaya, son los que dominan casi todas las características sísmicas, volcánicas y litológicas de la zona de influencia del proyecto.

El área en estudio se localiza dentro de las zonas amenazadas, que podrían ser afectadas por caída de tefra cuando se produzcan erupciones en el Complejo Masaya y el Volcán Apoyeque. Esta una amenaza moderada para el alcance promedio y amenaza baja para el alcance máximo durante erupciones fuertes. Asimismo, existe amenaza moderada de que ocurran flujos piroclásticos, oleadas piroclásticas, flujos y cobertura de lava tanto de Masaya como de Apoyeque, y amenaza baja de lavas y tefras, si ocurren erupciones menores en Nejapa-Miraflores.



Fuente: Mapa de Amenaza Volcánica de INETER.

Figura 10. Mapa de Amenaza Volcánica de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.

En la Tabla 14, se presentan las características más significativas de los volcanes próximos al área en estudio.

Tabla 14. Características de los volcanes del área de influencia del proyecto.

Volcán	Estado	Tipo	Coordenadas	Erupción más reciente	Elevación
Momotombo	Activo	Estratovolcán	12.423°N 86.540°O	2016	1258 m
Apoyeque	Reposo (aunque existen fumarolas)	Desconocido	12.242°N 86.342°O	Hace 6400-6800 años. Aunque en 1988 la temperatura de la laguna Apoyeque aumentó y se podía oler a azufre	518 m
Masaya	Activo	En escudo	11.984°N 86.161°O	2012	635 m
Laguna de Nejapa-Miraflores	Inactivo	Laguna de cráter (respiraderos de fisuras, conos piroclásticos)	12.12°N 86.32°O	Hace 1250 años	360 m
Laguna de Apoyo	Inactivo	Laguna de cráter	11.92°N 86.030°O	Hace 23 000 años	468 m

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos tomados de <http://www.monografias.com/trabajos57/nicaragua/nicaragua2.shtml>.

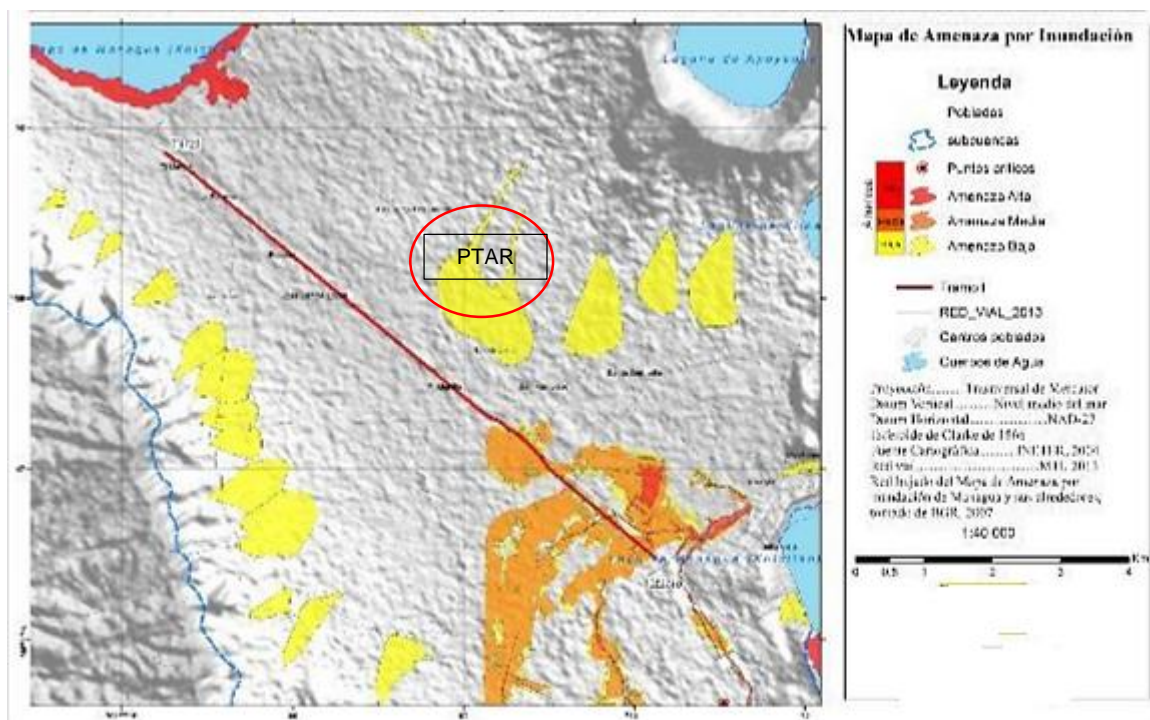
C. 7.1.3. Amenazas derivadas de la climatología

En este grupo, se destacan las amenazas asociadas a una elevada capacidad de erosión de los suelos, y las relacionadas con la inestabilidad de masas de roca y/o tierras, tanto en laderas naturales como en taludes artificiales. Para tener una valoración aproximada de la importancia de estas amenazas se consultó el Mapa de Amenaza por Inestabilidad de Laderas, a escala 1:50 000, incluido en el Mapa de Georriesgos del Departamento de Managua y alrededores, editado por INETER, donde se evidencia que el área de estudio no presenta amenaza de sufrir inestabilidades.

C.7.1.4. Amenaza de inundación

Según las características topográficas eminentemente llanas, la existencia de cauces en este sector y la proximidad al Lago de Managua, unida a la amenaza sísmica, y al tipo de materiales previsiblemente permeables (sedimentos aluviales y coluviales), en el área de influencia del proyecto la amenaza por inundación es baja para verificarlo se consultó el mapa de amenaza por inundaciones, a escala 1:50 000, incluido en el mapa de Georriesgos de Managua y alrededores, editado por INETER en 2006.

En la Figura 11, se presenta el área de influencia directa del proyecto, donde puede observarse la existencia de amenaza baja por Inundaciones.



Fuente: Mapa de Amenaza por inundación de INETER (2006).

Figura 11. Mapa de Amenaza por Inundación de la zona de influencia del proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino, ubicada en Mateare.

Actualmente un 30% de las viviendas del municipio de ciudad Sandino (que eran 15 224 en total en 2005, según el INIDE) están ubicadas sobre el derecho de vía de los cauces del sector, por ello se encuentran sujetas a ser inundadas y/o arrastradas por las corrientes de los mismos. Se estima además que el 15.41%, de las viviendas se encuentran en riesgo por inundación, especialmente por pendientes menores del 1% localizadas al oeste del sector donde se sitúa la urbanización Nueva Vida (10.41%) y algunas áreas de Ciudad Sandino, (5%). Estas situaciones pueden ser corregidas y mitigadas ya sea por proyectos de reubicación, en casos extremos, o por la puesta en marcha del Plan de manejo de la cuenca de Ciudad Sandino (Guillermo Espinoza , 2001).

C.7.2. Amenazas Antropogénicas

C.7.2.1. Manejo inadecuado de Agua Residuales

Las actividades desarrolladas tanto por los pobladores de los municipios de Mateare como de Ciudad Sandino generan graves amenazas de contaminación al ambiente en la zona de influencia del proyecto, principalmente por un manejo inadecuado de aguas residuales domésticas e industriales, así como de residuos sólidos.

En un recorrido por el área de influencia del proyecto, se detectaron problemas en la red de colección de aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario de Ciudad Sandino, dado que la cobertura actual es baja (apenas alcanza el 49.5 %),

el rebose en la planta está muy alto, produciendo desbordes del sistema. Existen muchas conexiones ilegales de aguas pluviales, se arrastran sedimentos, principalmente arena y tierra y otros desechos sólidos lanzados por la población.

En las Figuras 12, 13, 14, 15 y 16, se muestran vertidos inadecuados en diferentes cauces de los Municipios de Ciudad Sandino y Mateare. Son vertidos de aguas residuales provenientes de la población y de empresas industriales tales como Alpha Textil y Zona Franca Saratoga, quienes cuentan con autorización del MARENA, para lanzar los vertidos en los cauces, así como también al Lago de Managua. Por otra parte se da también el estancamiento de aguas residuales crudas como producto de la acumulación de desechos sólidos y basuras lanzadas por la población a la vía pública.





Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Problemas con la Colectora del Alcantarillado Sanitario de Ciudad Sandino, (febrero, 2017).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Descarga de aguas residuales y pluviales de la Empresa Alpha Textil en el cauce, (febrero, 2017).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Descarga de aguas residuales de la Zona Franca Saratoga, (febrero, 2017).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Vertido de aguas residuales crudas en el cauce de Los Brasiles, (febrero, 2017).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Estancamiento de aguas residuales producto de la acumulación de desechos sólidos lanzados en las cunetas (febrero, 2017).

El estancamiento de aguas residuales, a consecuencia de la acumulación de desechos sólidos que lanza la población en la vía pública, es una amenaza a la salud. Estas aguas servidas, provienen de las viviendas o de tuberías rotas que transportan aguas residuales, Su olor es característico de aguas que no han sido previamente tratadas sino que son vertidas directamente. El vertimiento de estas aguas crudas representa amenaza para la población aledaña al sitio, puede provocar la proliferación de enfermedades en los niños y ancianos que son lo más vulnerables a estas enfermedades.

C. 7.2.2. Manejo inadecuado de Residuos Sólidos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Acumulación de residuos sólidos, foto captada en febrero 2017.

En la zona de influencia indirecta del proyecto, se observaron cunetas y cauces que son utilizados como botaderos de residuos sólidos provocando el estancamiento de aguas residuales y de la basura. Este tipo de prácticas trae consigo una proliferación de vectores, así mismo provoca que, en periodos lluviosos se dé el desborde de las aguas pluviales, por la obstrucción del pase de las mismas, propiciando que las viviendas aledañas se vean afectadas por inundación.

D. Descripción del Medio Biótico:

D.1. Flora

La zona boscosa del sector urbano ha disminuido con el transcurso del tiempo, siendo más obvio en las áreas perimetrales o circundantes al área urbana, esto debido a la sobre explotación de suelos y la disminución de la infiltración del agua pluvial.

Actualmente el área urbana se encuentra poblada por especies de árboles frutales y plantas ornamentales que son traídas de otros sitios. En la periferia del área urbana pueden observarse algunos árboles esporádicamente y especies arbustivas de poca significación, se puede decir que estos árboles y arbustos pertenecen a especies características del bosque tropical caducifolio.

En gran parte del área de influencia del proyecto, se logró observar variedad de especies forestales, frutales, ornamentales algunas funcionando como cercas vivas en las áreas de cultivo de sorgo y en las áreas de pastizales.

El sector del proyecto está bien arborizado por algunas especies arbustivas, árboles y matorrales algunas de estas se encuentran dentro del derecho de vía. Entre las especies más significativas observadas en el área están: Jícaro, Guácimo, Guanacaste, Madero, Pochote y Chilamate, esta especie con mayor abundancia a orillas del área, están situadas como cercas vivas de los cultivos. Se prevé la afectación con poda de algunas de éstas.

En la zona, se identificaron 46 especies de árboles, que se muestran en la Tabla 15, los más abundantes fueron Jícaro (227); Neem (225); Chilamate (165) y

Guácimo de Ternero (103). En estas cuatro especies se concentran 720 árboles o sea el 55% de los árboles presentes en el inventario 130 en total.

El resto (45%) está dividido en las 42 especies minoritarias. Se observó que no hay muchos árboles valor comercial, pues la mayoría tiene una mala formación y están maltratados mecánicamente.

Tabla 15. Especies de árboles inventariadas en el área de influencia del proyecto, en febrero 2017.

Ítem	Nombre Común	Cantidad	Ítem	Nombre Común	Cantidad
1	Acasia Amarilla	31	24	Güiligüiste	2
2	Acetuno	4	25	Jícaro	227
3	Almendro	12	26	Jiñocuabo	3
4	Cañafístola	6	27	Jocote	14
5	Caoba	3	28	Laurel	9
6	Capulín	3	29	Laurel de La India	45
7	Carao	2	30	Leucaena	12
8	Cedro	1	31	Madero Negro	8
10	Chaperno	21	32	Malinche	4
11	Chilamate	165	34	Mamón	5
12	Chilca	1	35	Mango	11
13	Chocuabo	3	36	Marango	7
14	Coco	5	37	Nancite	1
15	Cortéz	93	38	Naranja Agrio	3
16	Elequeme Extranjero	8	39	Neem	225
17	Espino Negro	18	40	Palma Navidad	28
18	Eucalipto	48	41	Polialto	1
19	Genízaro	14	42	Roble	22
20	Guanacaste Blanco	12	43	Sardinillo	23
21	Guanacaste Negro	7	44	Tamarindo	5
22	Guásimo de Ternero	103	45	Tigüilote	90
23	Guayaba	1	46	Vainillo	2

Fuente: Elaboración propia.

D.2. Fauna

La presencia de las especies faunísticas permite valorar el estado natural de los ecosistemas tomando en cuenta que juegan un papel importante en la interacción y dinámica del medio presente en el área del proyecto.

Uno de los principales problemas que afecta a la fauna en el sitio es la caza y venta frecuente de animales silvestres. En la zona se observó, a pobladores ofertando iguanas y garrobos, a pesar de que su venta y consumo está prohibido (desde el 01 de enero al 30 de abril). Esto según Resolución ministerial del MARENA N° 004.001.2005 publicada en La Gaceta N° 07-05-15 porque se encuentran en proceso de reproducción.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Poblador vendiendo Garrobos, sobre la vía pública, (febrero, 2017).

Por medio de la observación directa *in-si tu*, se identificaron algunas especies de aves silvestres propias del lugar o que posiblemente hayan emigrado a estos sitios en busca de hábitat y alimentos (figuras 19 a la 25). De igual forma se observaron especies domesticadas que los pobladores las utilizan como medio de movilización, vigilancia y sobrevivencia, (Figuras 26 y 27).



Figura 19. Paloma de Castilla (*Columba livia*)



Figura 20. Gallina Doméstica (*Gallus gallus domesticus*)



Figura 21. Paloma Alas Blanca (*Zenaida Melosa*)



Figura 22. Pijul (*Crotophaga Sulcirostri*)



Figura 23. Zante Clarinero
(*Quiscalus nicaraguensis*)



Figura 24. Gorrión Común
(*Passer domesticus*)



Figura 25. Cierito Güis
(*Pitangus sulphuratus guatemalensis*)



Figura 26. Caballo
(*Equus ferus*)



Figura 27. Vaca
(*Bos Primigenius Taurus*)

Aquí también habitan otras aves como Urracas, Chocoyos, Loras, Pájaros Carpinteros, Guardabarrancos, Saltapiñuelas, Cenzontles, Zopilotes y Gavilanes. Existen además otros mamíferos como la Zorra cola pelada, Ardilla común, Guardatinaja, Mapachín, Tigrillo, pero en el área de influencia indirecta del proyecto (municipio de Ciudad Sandino y Mateare).

E. Descripción del Medio Socioeconómico

La descripción del medio socioeconómico se realizó tanto para el municipio de Ciudad Sandino como para Mateare, que constituyen la zona de influencia del proyecto.

E.1. Municipio de Ciudad Sandino.

El municipio tiene como cabecera municipal el área urbana que representa el 90% del territorio, con una población de 103 553 habitantes proyectado hasta el año 2015, dividido en once zonas y diez asentamientos: Zonas N° 1 a 7, Bella Cruz o Zona N° 8, Bello Amanecer o Zona N° 9, Vista Hermosa o Zona N° 10, Enrique Smith o Zona N° 11, Satélite Asososca y La Gruta. El área rural del municipio se encuentra dividida en dos comarcas: La Trinidad y Cuajachillo. Tiene una población estimada al 30 de junio, 2017 de 102 383 habitantes.

Salud: Existen en el sector siete unidades médicas, entre puestos de salud, centros de salud y un hospital primario de 30 camas, no existe déficit en cuanto a unidades médicas se refiere, pero si existe deficiencia en la calidad del servicio, ya que las unidades mencionadas no poseen los medios, el equipo y los recursos humanos necesarios para cubrir la demanda de la población. La atención en áreas rurales en donde no se cuenta con locales es prestada a través de brigadas móviles que en forma temporal atienden a esta población.

Educación: Se tiene un nivel educativo muy bajo tanto en la población urbana como en la rural. El 9.9% de población en edades escolares son analfabetas, en el área urbana la cobertura en educación abarca Pre-Escolar, Primaria, Secundaria y superior, pero los niveles de instrucción alcanzados por la población se concentran en su mayoría en la educación primaria, poca población recibe educación secundaria completa y universitaria. En el Municipio se cuenta con 12 Centros Infantiles Comunitarios (CICOS), 17 Pre-Escolares, 45 Escuelas de Primaria, 21 Escuelas de Primaria y Secundaria y una Escuela Técnica de Comercio y la Universidad Nicaragüense de Estudios Humanísticos (UNEH).

Agua Potable y Alcantarillados: El agua potable es suministrada a través de 13 pozos, con calidad de agua relativamente buena. Se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, pero no tiene cobertura total alcanza aproximadamente a un 50 % de la población, el otro 50 % de la población urbana en su mayoría utiliza letrinas o sumideros para las excretas, la eliminación de las aguas grises la realizan directamente sobre las vías, provocando deterioro de las mismas y problemas de insalubridad a la ciudadanía.

Está vigente un proceso de conexión a la red cuando se amplíe la PTAR. Los repartos Satélite Asososca y la Gruta San Francisco Javier, usan pozos sépticos para este fin. El sector sólo cuenta con drenaje pluvial en las vías revestidas con algún tipo de tratamiento. Existe un número reducido de cunetas, andenes y/o canales naturales en los bordes de las vías, que transportan las escorrentías de las áreas urbanas y áreas perimetrales al casco urbano, hacia los cauces del sistema primario.

Energía Eléctrica: En Ciudad Sandino se tiene una cobertura del 90% en el caso urbano y las comarcas también gozan de este servicio

Telecomunicaciones: En ciudad Sandino se cuenta con cobertura total en el sector urbano del Municipio, también cuenta con el servicio de TV por cable e internet.

Vialidad y Transporte: La red vial se estructura a partir de un sistema de calles que se derivan de un acceso principal el cual está conectado directamente a la carretera nueva a León, la que está clasificada como una distribuidora primaria en la jerarquía vial.

El sector tiene 99 kilómetros de calles, de las cuales 3.00 kilómetros están adoquinados, 8.5 Km. asfaltados y otro tanto se están reactivando recientemente con concreto hidráulico, sin embargo 19 kilómetros de calles sin revestir reciben tratamiento superficial, es decir que 68.5 Km. de calles se encuentran sin ningún tratamiento y en constante deterioro, esto representa el 69.19% de las vías con que cuenta el sector.

El sector urbano del Municipio, está servido por sus rutas de buses del transporte urbano colectivo, las cuales tienen definido su ruteo en el área urbana y diferentes puntos del resto de la ciudad capital. Las rutas mencionadas corresponden a la numeración 113, 210, 115, 133, 125 y 172. La ruta 125 tiene dos recorridos, uno cubre la ruta entre Bello Amanecer y Ciudad Sandino y el otro entre Bello Amanecer y el Mercado Israel Lewites.

Existen tres terminales de buses, una de ellas en el área del Mercado, otra en la Zona N° 5 y la tercera en la Zona N° 8. El mayor recorrido de las rutas se realiza por la calle principal de Ciudad Sandino, en el cual circulan tres de las seis rutas existentes. La calidad del servicio prestado a la población es regular, no cuenta con frecuencias de recorrido uniforme en cuanto a intervalos de tiempo.

Mercados: Existe un mercado vecinal de carácter minorista, que se encuentra inmerso en el núcleo urbano, corresponde en jerarquía a centros de equipamientos de tercer orden, cuya finalidad es la de satisfacer las necesidades de comercio y servicios ocasionales. El radio de cobertura de este mercado es de 2 km y cuenta con 240 módulos o áreas comerciales, incluyendo los que se ubican en el perímetro de sus instalaciones, comprende los siguientes negocios; venta de vestuario, calzado, cosméticos, salas de belleza, abarrotes, comiderías y artículos varios.

E.2. Municipio de Mateare

El Municipio de Mateare, con una población 32 000 habitantes proyectados hasta el año 2015, se encuentra dividido en 21 barrios, agrupados en tres sectores: occidental, oriental y el lago. Otro sector es Los Brasiles: dividido en seis barrios y haciendas aledañas. El sector rural se encuentra constituido por las siguientes comarcas: Xiloá, Alfonso González, Miraflores, San Andrés de la palanca, Las Yucas, La Ceiba, Las Latas, Lomas de abajo y de arriba (fincas y/o empresas agropecuarias) y Las Parcelas. En estas comarcas se encuentran los barrios Pedro

Joaquín Chamorro, Gaspar García Laviana, Carolina Calero, Bo. 4 de abril y Rosario Murillo.

Salud: Cuenta con el centro de salud sin cama: "Carlos Lacayo Manzanares" y un puesto de atención "Pedro Joaquín Chamorro" en el barrio Gaspar García Laviana ambos en el casco urbano. Además se cuenta con tres puestos ubicados en las comarcas Los Brasiles (Puesto de Salud "Concepción Palacios"), San Andrés de la Palanca ("Santa Clara") y Alfonso González (puesto de salud con el mismo nombre).

Educación: Existen 21 escuelas, 17 estatales, dos privadas y dos subvencionadas, los centros se encuentran provistos de 74 aulas escolares. Entre estos tienen Pre-escolares, Primaria regular, Primaria extra edad, Primaria acelerada (CEDA), Multigrado, Alfabetización y Educación especial Secundaria estos dieron cobertura a 9 885 estudiantes en 2015 no se encontró información más reciente. Esto representa el 66.33 % de la población en edad escolar (6 a 17 años).

Agua Potable y Alcantarillados: Cuenta con una filial de ENACAL, misma que atiende tres sectores como son Mateare, Los Brasiles y Comarca Alfonso González, con una población aproximada a 1 300 abonados activos. Existen cuatro pozos y siete puestos públicos. En la comunidad rural San Andrés de la Palanca existen dos pozos comunales localizados en Santa Clara y en San Andrés, En el municipio de Mateare no existe sistema de alcantarillado para la evacuación de aguas negras. El medio comúnmente utilizado por la población es la letrina tradicional, aunque también se cuenta con sumideros y pozos sépticos.

Energía Eléctrica: En el municipio de Mateare se cuenta también con el servicio de energía domiciliar aunque no se da cobertura al total de la población. En cuanto al sistema de alumbrado público se encuentra en mal estado y en algunos barrios no existe.

Telecomunicaciones: Cuenta con el servicio de teléfonos con 180 abonados y 30 en la comarca Los Brasiles. Aun se tiene los servicios de correos.

Vialidad y Transporte: Existen tres unidades privadas de buses interurbanos. Las tres unidades cubren la ruta Mateare-Managua. La ruta tiene recorrido en la carretera pavimentada y en las calles principales del casco urbano.

La población que goza de este servicio, es la de la cabecera municipal de Mateare y los Brasiles. Además se cuenta con el paso de transporte hacia los otros municipios aledaños a este municipio que también brinda el servicio.

La población del municipio utiliza también el transporte interurbano que pasa por la vía regional, representado por las rutas: Nagarote, La Paz Centro, León y Corinto.

La población del sector Alfonso González, cuenta con camionetas privadas que en su mayoría son de Ciudad Sandino. La población de San Andrés de la Palanca utiliza las unidades de transporte colectivo de Ciudad Sandino para trasladarse a Managua.

Actualmente (2017) se tiene adoquinado 1 200 metros lineales de calles en el casco urbano del municipio y 300 metros lineales de calle adoquinada en la comarca Los Brasiles. En el área rural se cuenta con 47.5 km. de caminos. En Los Brasiles existen 770 metros lineales de calles adoquinadas, ubicada en la calle que va hacia el matadero Alfonso González Pasos. Con relación a la infraestructura vial del municipio la constituyen: 11 calles adoquinadas en metros, (2 642 metros lineales); una calle asfaltada de 1 000 m lineales en el Alfonso González, y el resto de calles del municipio son de tierra.

Mercados: Este municipio no cuenta con un mercado municipal, la población suplente esta carencia a través de los establecimientos comerciales, pulperías del municipio o municipios vecinos.

5.4. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO.

La construcción de la Fase I de la planta de tratamiento se ha programado a ejecutar en nueve meses. Las obras de construcción del alcantarillado sanitario de Bello Amanecer y Zona 7 están contempladas para ser construidas en el plazo de un año y nueve meses, respectivamente.

5.4.1 Identificación de las actividades del proyecto en sus diferentes etapas.

5.4.1.1 Etapa de Construcción.

- a) Instalación y operación del Plantel del Contratista.
- b) Limpieza general y preparación de sitios de obra (remoción de cobertura vegetal).
- c) Movimiento de tierra y nivelación del terreno.
- d) Excavación de zanjas para la instalación de colectoras y pozos de visitas.
- e) Construcción de nueva infraestructura de tratamiento de agua residual dentro de la PTAR. (Desarenador, caja de distribución de las aguas residuales, estación de bombeo, UASB, obras de interconexión entre unidades de tratamiento, laberinto de cloración).

5.4.1.2 Etapa de Operación y Mantenimiento.

- f) Funcionamiento del sistema del tratamiento de aguas residuales.
- g) Tratamiento y disposición final de lodos.
- h) Vertidos de aguas residuales tratadas.
- i) Mantenimiento de la PTAR.

5.4.2 Identificación de impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas.

Para las actividades de las diversas etapas del proyecto, se identificaron los siguientes impactos potenciales a la zona:

1. Modificación de estructura de suelo por movimiento y compactación del terreno.
2. Modificación de la potencialidad de erosión del suelo por cambios de la topografía del terreno y remoción de la capa vegetal, por las actividades de construcción.
3. Alteración de la escorrentía superficial del agua en el sitio de emplazamiento del Plantel del Contratista y Obras de la PTAR.
4. Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PST) de los motores de combustión interna, debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles.
5. Aumento de niveles de ruido por el uso de maquinaria de excavación y vehículos que transporten materiales.
6. Contaminación del suelo por generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción de la infraestructura.
7. Aumento del nivel de riesgo de accidentes, ocasionado por las obras en construcción, transporte de materiales y equipos.
8. Reducción de la cobertura vegetal del sitio.
9. Generación de fuentes de empleo en la construcción, operación y mantenimiento de la PTAR.
10. Disminución de la fauna por destrucción de hábitat y depredación de la misma por parte de trabajadores de los planteles.
11. Alteraciones del paisaje.
12. Proliferación de vectores de enfermedades por malas prácticas higiénicas sanitarias o acumulación de aguas en el sitio de obras.
13. Aumento de riesgo de accidentes por operación de equipos y maquinaria, durante las etapas de operación y mantenimiento del Proyecto.
14. Afectaciones a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado durante el manejo de materiales para la construcción de todas las obras del Proyecto.

15. Aumento del comercio informal en la zona por la presencia de trabajadores de los planteles.
16. Contaminación de suelos por vertidos accidentales de lodos provenientes del sistema de tratamiento.
17. Disminución de las enfermedades causadas por el vertido de aguas residuales contaminadas de microorganismos (ej.: malaria, dengue, diarreas, tifoidea, etc.) hacia cuerpos receptores superficiales.
18. Afectación a la calidad de aire por la generación de malos olores provenientes del sistema de tratamiento de agua residual.
19. Contaminación de suelo por vertidos accidentales de arenas, residuos flotantes, grasas y aceites, provenientes de tamices y desengrasadores durante la operación de la PTAR.
20. Disminución de la contaminación del cuerpo receptor por el tratamiento de las aguas residuales domesticas generadas en el municipio de Ciudad Sandino.
21. Mejora de las condiciones higiénico sanitaria de la población cercana al cauce, por la eliminación de la descarga de aguas residuales sin tratamiento.
22. Disminución de la contaminación de suelo por el tratamiento de las aguas residuales del municipio de Ciudad Sandino.
23. Disminución de la contaminación del agua subterránea por el tratamiento de agua residual del municipio.
24. Disminución del riesgo de contaminación de pozos de abastecimiento de agua potable, por la no infiltración de agua residual doméstica sin tratamiento.
25. Mejora en la calidad del aire por la disminución de olores provenientes de las aguas residuales crudas vertidas en los cauces de Ciudad Sandino.
26. Disminución de la contaminación del cuerpo receptor por el vertido de menor cantidad aguas residuales sin tratamiento.
27. Disminución de la contaminación de aguas subterráneas por la infiltración de las aguas residuales sin tratamiento en el lecho del cauce La Trinidad.
28. Inconformidad de pobladores cercanos al cauce receptor por la ampliación de la PTAR.

5.4.3 Valoración de los impactos ambientales.

Analizando las actividades del proyecto se obtuvieron los posibles impactos ambientales, los cuales fueron dispuestos en la Matriz de causa-efectos para correlacionar las actividades y factores ambientales, que se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16. Matriz de causa-efectos (modificada de Leopold) de los impactos ambientales.									
Factores Ambientales y Socioeconómicos	Actividades								
	Construcción					Operación y Mantenimiento			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Geomorfología		1	1	1					
Suelo	1	1	1						
		2	2	2					
	6	6	6	6	6				
							16		
						19			
						22			
Hidrología y aguas subterráneas	3	3	3	3	3				
						20			
						23			
						24			
						26			
						27			
Aire y Ruido	4	4	4	4	4				
	5	5	5	5	5				
	14	14	14	14					
						18			
						25			
Flora		8							
Fauna		10					16		
		11							

Tabla 16. Matriz de causa-efectos de los impactos ambientales (Continuación).

Factores Ambientales y Socioeconómicos	Actividad								
	Construcción					Operación y Mantenimiento			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Socioeconómica (Salud, educación, actividades económica, organización y desarrollo social)	7	7	7	7	7				
	9	9	9	9	9	9	9		9
	1		1	12	12				
	1	13	1	13	13	1			1
	1					1			
						2			
						2			

La Matriz de aplicación criterios para evaluación de los impactos, presentados en la Tabla 17, se obtuvo aplicando los valores de los atributos de impactos contenidos en la Tabla 2, donde a cada impacto se le otorgó un valor para evaluar su significancia.

Tabla 17. Matriz de aplicación de los criterios para evaluación de los impactos.

Impactos	Criterios de Valoración de Impactos											
	Ca	I	EX	SI	PE	MO	AC	MC	RV	PR	IM	CLI
1	-	2	1	1	4	4	1	4	4	4	-30	-Mo
2	-	1	1	1	4	4	1	4	1	4	-24	-Co
3	-	1	1	1	2	4	1	4	1	4	-22	-Co
4	-	2	1	2	2	2	1	4	1	2	-22	-Co
5	-	2	1	1	2	2	1	4	1	2	-21	-Co
6	-	1	1	2	2	4	1	4	1	1	-20	-Co
7	-	4	1	1	2	2	1	4	1	1	-26	-Mo
8	-	2	1	1	4	4	1	2	2	2	-24	-Co
9	+	4	2	2	2	2	1	2	1	2	28	+Mo
10	-	1	1	1	4	4	1	4	4	1	-24	-Co
11	-	1	1	1	4	2	1	2	2	4	-21	-Co
12	-	1	1	2	2	2	4	4	1	1	-21	-Co
13	-	2	2	1	2	2	1	4	1	1	-22	-Co
14	-	2	2	2	2	4	4	4	2	1	-29	-Mo
15	-	1	1	1	2	4	1	4	1	1	-19	-Co
16	-	1	1	1	2	2	1	4	2	1	-18	-Co
17	+	4	2	2	4	2	4	2	2	4	36	+Mo
18	-	1	1	1	4	2	4	2	2	1	-21	-Co
19	-	1	1	1	2	2	1	2	1	1	-15	-Co
20	+	8	4	2	4	4	4	2	2	4	54	+S
21	+	4	2	2	4	4	4	2	2	4	38	+Mo
22	+	8	4	2	4	4	4	2	4	4	56	+S
23	+	8	4	2	4	4	4	2	4	4	56	+S
24	+	8	4	2	4	4	4	2	4	4	56	+S
25	+	8	4	2	4	4	4	2	4	4	56	+S
26	+	4	4	2	4	4	4	2	4	4	44	+Mo
27	+	2	4	2	4	4	4	2	4	4	38	+Mo
28	-	2	4	2	2	1	4	4	2	4	38	+Mo

- Ecuación para el cálculo de la importancia de los impactos encontrados.

$$IM = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + PR + MC]$$

Donde:

- **IM:** Importancia del impacto.
- **±:** Signo o Naturaleza del impacto.
- **I:** Intensidad o grado probable de destrucción.
- **EX:** Extensión o área de influencia del impacto.
- **MO:** Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto.
- **PE:** Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto.
- **RV:** Reversibilidad.
- **SI:** Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples.
- **AC:** Acumulación o efecto de incremento progresivo.
- **PR:** Periodicidad.
- **MC:** Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

Se observa, en la Tabla 17, que las actividades con impactos negativos aparecen en rojo, los impactos ambientales valorados como Compatibles (-Co) y Moderados (-Mo) son los más relevantes y a estos, se les aplican medidas de mitigación para la minimización, compensación y restauración del factor ambiental.

Los factores ambientales a ser impactados de forma positiva por las actividades del proyecto son el medio social, seguido por la Hidrología y Aguas Subterráneas. Este resultado es de esperarse ya que la justificación del proyecto es precisamente brindarles una mejor calidad de vida a las comunidades que se interconectarán a la PTAR, así como disminuir la contaminación de los cuerpos superficiales y aguas subterráneas debido al vertimiento descontrolado de las aguas servidas de las casas. Los otros factores que tendrán impactos positivos son el Suelo, el Aire, Ruido y el Paisaje, debido a que se disminuye la contaminación del suelo por infiltraciones, los malos olores, la eliminación de aguas residuales sin tratamiento en los cauces de la zona, como se ha mostrado en la Figura 15.

En la Tabla 18, se muestran los valores obtenidos por la combinación de la importancia del impacto de la actividad sobre un factor ambiental o socioeconómico.

Tabla 18. Matriz de expresión cuantitativa del valor de los impactos

Factores Ambientales y Socioeconómicos	Actividades								
	Construcción					Operación y Mantenimiento			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Geomorfología		-30	-30	-30					
Suelo	-30	-30	-30						
		-24	-24	-24					
	-20	-20	-20	-20	-20				
							-18		
						-15			
Hidrología y aguas subterráneas						56			
	-22	-22	-22	-22	-22				
						54			
						56			
						56			
						44			
Aire y Ruido						38			
	-22	-22	-22	-22	-22				
	-21	-21	-21	-21	-21				
	-29	-29	-29	-29					
						-21			
Flora						56			
Fauna		-24							
		-24					-18		

Tabla 18. Matriz de expresión cuantitativa del valor de los impactos (Continuación).

Factores Ambientales y Socioeconómicos	Actividades								
	Construcción					Operación y Mantenimiento			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Paisaje		-21							
Características socioeconómicas	-26	-26	-26	-26	-26				
	28	28	28	28	28	28	28		28
	-21		-21	-21	-21				
	-22	-22	-22	-22	-22	-22			-22
	-19					36			
						38			
						-38			

En cuanto a impactos negativos, se observa que sobre el factor Aire y Ruido se generan los mayores impactos, esto debido a los gases contaminantes así como partículas suspendidas que se emiten (Impacto #4) por el tipo de actividades que se llevará a cabo tales como excavación, movimiento de tierra, transporte de materiales, así como el ruido asociado a dichas actividades (Impacto #5). Es importante señalar que los impactos ocasionados a este factor ambiental son debidos al gran número de actividades que se desarrollan dentro del proyecto y principalmente la exposición de los trabajadores y en segundo término la población cercana a los caminos de acceso y sitio de obras, no obstante la población más cercana se encuentra a una distancia mayor de 400 metros al suroeste.

Estos impactos son mitigables/recuperables y con una reversibilidad a corto plazo. En vista de lo anterior, se recomienda que el contratista establezca estrictos controles sobre uso de maquinaria, la velocidad de tránsito y los horarios de trabajo; así como establecer medidas de seguridad auditiva para el trabajador y tiempos de exposición durante el trabajo, entre otras medidas precautorias.

Después del factor Aire y Ruido, los factores que presentan mayores impactos negativos son Suelo y Características Socioeconómicas; el suelo debido al tipo de actividades del Proyecto, principalmente por la alteración causada por el movimiento de tierra, excavación y compactación.

En cuanto a los impactos Socioeconómico, estos están relacionados con los riesgos asociados a las actividades de construcción, transporte de materiales y equipos, manejo inadecuado de los drenajes y desechos durante la etapa de construcción, así como los riesgos de accidente del personal durante la operación del sistema. Resulta importante mencionar que estos impactos son mitigables/recuperables, con una periodicidad irregular y de baja probabilidad de ocurrencia. No obstante, se recomienda que el contratista establezca un programa de capacitación sobre seguridad e higiene a su personal y a su vez provea de equipo de seguridad para evitar exposición innecesaria a riesgos laborales, aplicándose lo mismo en la etapa de operación.

Con relación a las inconformidades de la población cercana al cauce por quejas sobre malos olores y criaderos de vectores (Impacto #28), se deberá garantizar una operación y mantenimiento eficiente de la PTAR para reducir estos impactos, los cuales, de esa manera, son mitigables. Adicionalmente se debe realizar un plan de visitas a la PTAR cuando esté operando adecuadamente para que conozcan el sistema de tratamiento y comprueben que el sistema no produce tales efectos. Así mismo se deberá visitar a estas familias nuevamente para darles a conocer las mejoras al sistema y explicar que se eliminará la descarga de aguas residuales crudas que están ocasionando problemas actualmente. Estas casas se encuentran a una distancia mayor de 200 m aguas abajo del punto de descarga. Se ha demostrado que en esa área descargan aguas residuales industriales de dos zonas francas, lo que podría estar generando, de forma puntual, vertimientos que producen olores fuertes.

Finalmente los factores que presentan impactos negativos relativamente más bajos son:

- **Suelo:** Afectaciones a la estructura y compactación de suelo, así como al relieve, por movimiento de tierra, nivelación del terreno y construcción de la nueva infraestructura de tratamiento de agua residual. Se estima que estos impactos sean mínimos considerando que el área donde se emplaza el proyecto ya ha sido modificada por la infraestructura existente. Lo mismo ocurrirá para los impactos causados por la construcción de la nueva infraestructura, ya que dicha actividad se dará dentro del terreno donde actualmente se encuentra la PTAR, el cual presenta un relieve plano, con una ligera pendiente hacia el cauce natural La Trinidad, por lo que el movimiento de tierra y nivelación serán mínimos.
- **Hidrología y aguas subterráneas:** Los impactos a este factor ambiental se deben principalmente a la alteración de la escorrentía superficial del agua sobre el terreno (Impacto #3), generada por actividades de limpieza, preparación de los sitios de obra y movimientos de tierra, nivelación del terreno, y posible contaminación de las aguas subterráneas por la generación de aguas residuales durante la construcción.

Debido a las condiciones de saneamiento de Ciudad Sandino en 2017, y a la descarga de aguas residuales sin tratamiento en los cauces de la zona, con la construcción de esta fase del proyecto. Los impactos en este medio son mayormente positivos, porque se disminuirá la contaminación generada actualmente en los cauces de la zona.

- **Paisaje:** Se prevé que el impacto, en este componente (compatible) sea mínimos debido a que el área ya fue intervenida con la construcción de la PTAR existente y a que no se eliminará por completo la actual vegetación (árboles principalmente) que se encuentra rodeando el terreno, ya que sirve de barrera visual que encubre las instalaciones de la PTAR y crea un efecto de “bosque aislado” que se mimetiza con el paisaje de campo.
- **Flora y Fauna:** Considerando la ubicación del Proyecto y las pobres condiciones del hábitat que lo rodea, debido a que es una zona altamente intervenida, se infiere que no existan impactos significativos sobre la flora y la fauna del entorno. No obstante, en el caso de la construcción de nueva infraestructura de tratamiento de aguas residuales dentro de la PTAR, se espera la remoción de árboles y cobertura vegetal, misma que se ha considerado de bajo valor ecológico y comercial. donde predomina la vegetación arbustiva o de matorrales y especies introducidas sobre el terreno cuando se construyó la PTAR.

5.4.4. Valoración cualitativa de los impactos ambientales significativos.

A continuación se presenta en forma descendente (de mayor a menor), una descripción de las actividades del proyecto que tiene mayor incidencia en los factores ambientales con mayores impactos positivos. A su vez, se presentarán las actividades del proyecto principales que ocasionan los mayores impactos negativos en dichos factores ambientales.

5.4.4.1 Factores socioeconómicos

- **Generación de fuentes de empleo en la fase de construcción, operación y mantenimiento (Impacto #9).**

Es un impacto positivo de intensidad alta, de extensión parcial, sinérgico, temporal, directo, su efecto se manifiesta en el corto plazo, acumulativo, recuperable a mediano plazo, reversible a mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Moderada. La generación de fuentes de empleo es uno de los impactos positivos del proyecto, ya que le permite a la población de la zona ostentar a un puesto dentro de las actividades de la etapa de construcción. Este proceder permite a las personas mejorar su calidad de vida, ya que mejora los ingresos económicos para su hogar y dotar a su familia de mayores comodidades.

- **Mejora de las condiciones higiénico sanitarias de la población por el aumento de la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario y eliminación de aguas grises en las vías y el tratamiento del agua residual (Impacto #20 y 21).**
-

Es un impacto positivo de intensidad muy alta, extenso, sinérgico, permanente, indirecto, sus efectos se manifiestan en el corto plazo, acumulativo, mitigable reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Severa para el impacto #20 y moderada para el impacto #21 de carácter positivo.

El aumento de la cobertura del alcantarillado sanitario del municipio permite que la población tenga acceso al tratamiento de sus aguas residuales domésticas y evite la ejecución de malas prácticas como el vertido de estas en las calles. La mejora de estas condiciones repercute directamente en las condiciones higiénico sanitarias de la población, evitando enfermedades en la piel, gastrointestinales o de origen hídrico.

- **Disminución de las enfermedades causadas por el vertido de aguas residuales contaminadas de microorganismos (ej.: malaria, dengue, diarreas, tifoidea, etc.) hacia cuerpos receptores superficiales (Impacto #17).**

El un impacto positivo de intensidad alta, extenso, sinérgico, permanente, indirecto, sus efectos se manifiestan en el mediano plazo, simple continuo, mitigable reversible en el mediano plazo, si no se mantiene operando la PTAR. La importancia resultante es Moderada.

Al igual que para el impacto anterior, aumentar la cobertura del alcantarillado sanitario del municipio permite que la población tenga acceso al tratamiento de sus aguas residuales domésticas y evite la ejecución de malas prácticas como el vertido de estas en las calles. La mejora de estas condiciones repercute considerablemente en la salud de la población en general, principalmente los niños y ancianos, que son los grupos más susceptibles a enfermedades, disminuyendo así la incidencia en las enfermedades de origen hídrico.

En esta etapa del proyecto se eliminará el vertido de las aguas residuales recolectadas por el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad, la cual, debido a la capacidad limitada de tratamiento, están siendo vertidas en diferentes puntos de los cauces de la zona o rebosan en otras áreas de la ciudad. En esta fase, ampliando la capacidad de tratamiento en un 100%, se mejorarán las condiciones ambientales de los cauces y de los asentamientos cercanos a estos. A medida que se vayan implementando las otras fases de rehabilitación y ampliación del sistema de tratamiento, se logrará superar los problemas de saneamiento del municipio.

- **Aumento del nivel de riesgo de accidentes ocasionados por las obras en construcción, transporte de materiales y equipos (Impacto #7).**

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión parcial, no sinérgico, temporal, directo, se manifiesta en el mediano plazo, simple, recuperable de inmediato, reversible en el mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Moderada.

El uso y tránsito de maquinaria durante las operaciones de construcción de la infraestructura, puede afectar la seguridad de los trabajadores del plantel y vecino, en caso de no tomarse medidas de seguridad en el área de trabajo. En estos casos se deberá establecer una buena señalización de “hombres trabajando”, así como un Programa de Atención a Emergencias o de Contingencias por Accidentes.

Igualmente debido al acarreo de material se prevé un incremento de vehículos en las vías aumentando así el riesgo de accidentes para la población en general, no obstante el acceso al sitio se encuentre aislado de núcleos poblacionales.

- **Aumento del riesgo de accidentes por operación de equipos y maquinaria, durante las etapas de operación permanente y mantenimiento temporal del Proyecto (Impacto #13).**

Es un impacto negativo de intensidad alta, extensión parcial, no sinérgico y temporal, directo, sus efectos se manifiestan en el mediano plazo, simple, recuperable de inmediato, reversible en el corto plazo e irregular. La importancia resultante es Moderada.

En caso de malas prácticas por parte de operadores o falta de mantenimiento de equipos se podría presentar un aumento de accidentes que repercuta en la seguridad del personal de la planta, por lo tanto se deberá dotar al personal de equipos de seguridad y brindar periódicamente talleres de capacitación en el manejo y detección de fallas de los equipos, como de primeros auxilios en coordinación con el MINSA.

5.4.4.2 Hidrología y Aguas Subterráneas

- **Disminución de la contaminación del agua subterránea por el tratamiento de agua residual del municipio (Impacto #23 y #27).**

Es un impacto positivo de intensidad alta, extenso, sinérgico, permanente, directo, sus efectos se manifiestan en el largo plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Moderada.

El objetivo del Proyecto es recolectar las aguas residuales domiciliarias, conducir las hasta la PTAR de Ciudad Sandino a través de un sistema de alcantarillado, darles un tratamiento adecuado para que cumpla con el Decreto 33-95 y posteriormente descargar las aguas tratadas hacia el cauce la Trinidad para que se conduzcan hasta el Lago Xolotlán y así mantener activo el ciclo del agua. Es por ello que las actividades de este Proyecto, evitarán la infiltración de aguas crudas o servidas, disminuyendo las posibilidades de contaminar fuentes de agua que son y pueden ser empleadas en un futuro para el abastecimiento de las poblaciones del municipio.

- **Disminución de la contaminación del cuerpo receptor por el tratamiento de las aguas residuales domesticas generadas en el municipio (Impacto #20).**

Es un impacto positivo de intensidad muy alta, extenso, sinérgico, permanente directo, ocurre en el mediano plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es severa de carácter positivo.

Esto es un impacto positivo que mejora las condiciones ambientales del cauce y el cuerpo receptor final, que es el Lago de Managua.

- **Alteración de la escorrentía superficial del agua en el sitio de emplazamiento del plantel del contratista y obras de la PTAR (Impacto #3).**

Es un impacto negativo de intensidad baja, puntual, sinérgico, temporal, directo, ocurre en el largo plazo, simple, mitigable, reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es compatible. Surge debido a las obras de limpieza general y preparación de sitios de obra, movimiento de tierra y nivelación del terreno, instalación y operación del plantel del contratista y la excavación de las zanjas para el alcantarillado y pozos de visita.

Se prevé que dicha nivelación, excavación, movimiento de tierra, así como cualquier obra de relleno, pavimentación o adoquinado, afecte la escorrentía superficial del suelo, ya sea aumentando su escorrentía, como producto del incremento de la erosión del suelo, por el arrastre de materiales, disminuyéndola al generar encharcamientos, que de no secarse, escurrir en el mediano plazo, podrán generar focos de proliferación de insectos nocivos, como el mosquito o alguna otra larva.

Ante tales impactos, el contratista evitará la nivelación excesiva en el emplazamiento del plantel del contratista y debe tratar de mantener la escorrentía natural del terreno, realizando el relleno correspondiente de la zanja. En resumen, estas medidas deben considerarse como parte de las buenas prácticas de ingeniería que deberá cumplir el contratista.

5.4.4.3 Aire y Ruido

- **Mejora en la calidad del aire por la disminución de olores provenientes de las aguas residuales crudas, las cuales serán tratadas en el PTAR (Impacto #25).**

Es un impacto positivo de intensidad alta, extenso, no sinérgico, permanente, directo, se manifiesta en el corto plazo, simple, recuperable y reversible en el mediano plazo y de acción continua. La importancia resultante es Severa.

De igual forma, la construcción de nueva infraestructura de tratamiento, evitará que tanto la PTAR como las aguas tratadas resultantes tengan olores desagradables.

- **Aumento de niveles de ruido por el uso de maquinaria de excavación y vehículos que transporten materiales (Impacto #5).**

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión puntual, no sinérgico, fugaz, directo, sus efectos se manifiestan en el corto plazo, acumulativo, mitigable, reversible en el corto plazo y periódico. La importancia resultante es Moderada.

El ruido es un contaminante ambiental que se mide en decibeles, este afecta directamente a las poblaciones aledañas y trabajadores ya que un aumento en el nivel de ruido puede causar jaquecas, migrañas y pérdida de la audición entre los trabajadores del plantel y población en general. Adicionalmente, habrá que recordar que las obras de construcción del nuevo sistema de alcantarillado se ubicarán en áreas urbanas o semiurbanas en donde existen viviendas próximas a los sitios de obras, aumentando así la molestia de la población.

La base en la descripción del proyecto, se tienen las siguientes fuentes de ruidos:

- Uso de maquinarias para la remoción de cobertura vegetal.
- Uso de maquinarias para la excavación, relleno y compactación del terreno.
- Transporte de insumos de construcción.
- Paso de maquinaria por la vía.

Para contrarrestar los efectos de la contaminación sonora el contratista deberá primeramente establecer horarios de trabajo entre de las 7 am y de las 6 pm, de manera que se evite perturbación a la población en los horarios de descanso y convivencia. Así mismo deberá dotar a su personal de equipos de protección auricular para evitar trastornos o problemas auditivos en sus trabajadores. En el caso de las obras de la PTAR, el sitio se encuentra aislado de núcleos poblacionales.

- **Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PST) de los motores de combustión interna debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles (Impacto #4).**

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión parcial, sinérgico y fugaz, directo, se manifiesta en el mediano plazo, acumulativo, recuperable en el mediano plazo, reversible en el corto plazo y de acción periódica. La importancia resultante es Compatible.

El transporte de material, movimiento de equipos, maquinaria de excavación y traslado del personal sobre caminos no asfaltados o adoquinados en las áreas de construcción del sistema de drenaje, hacia y desde la PTAR, será una fuente importante de polvo, emisiones contaminantes provenientes de los motores de combustión a diésel y de gasolina.

No obstante, se recomienda que el Contratista garantice que toda la maquinaria a emplear cuente con certificado vigente de emisiones según el Decreto 32-97 y que aparte se desarrolle un Programa de Mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión, maquinaria en general y vehículos de autotransporte.

- **Afectaciones a la salud de la población por la generación de polvo y/o material particulado durante el manejo de materiales para la construcción de todas las obras del Proyecto (Impacto #14).**

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión parcial, sinérgico, fugaz, directo, se manifiesta en el largo plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el corto plazo y periódico. La importancia resultante es Compatible.

Todas las actividades de construcción, excavación, fabricación de concreto, compactación o movimiento de tierra serán propensas a generar polvos o material particulado. De igual forma, el paso de camiones como volquetes, tractores, mezcladora, en la zona de construcción y el manejo de agregados y manipulación de material granulado fino y grueso, arena, piedra, cemento, etc., producirá polvo y emisión de partículas a la atmósfera.

El contratista deberá tomar medidas precautorias para evitar o minimizar la emisión de polvo, y así disminuir la incidencia de enfermedades respiratorias en la población y trabajadores. Por lo tanto deberá garantizar el riego de las áreas de trabajo (aprovechando el agua tratada) durante los meses de verano (meses secos y de fuertes vientos), colocar una lona en los camiones que transportan el material y proveer de equipo de seguridad como gafas y mascarillas para evitar el contacto de dicho material con los ojos y las vías respiratorias.

5.4.4.4 Suelo

- **Disminución de la contaminación de suelo por el tratamiento de las aguas residuales del municipio de Ciudad Sandino (Impacto #22).**

Es un impacto positivo de intensidad alta, extenso, sinérgico, permanente, directo, sus efectos se manifiestan en el mediano plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el corto plazo y continuo. La importancia resultante es Severa.

Al implementar el Proyecto y someter a un tratamiento las aguas residuales del municipio, se evitará el vertido de las mismas sobre el suelo previniendo su contaminación y afectando su disponibilidad para usos futuros.

- **Modificación de estructura de suelo por movimiento y compactación del terreno (Impacto #1).**

Es un impacto negativo de intensidad media, puntual, no sinérgico, permanente, directo, sus efectos se manifiestan en el corto plazo, simple, mitigable, irreversible si no se toman medidas de prevención adecuadas y de efecto continuo. La importancia resultante es Moderada.

Debido a las características y el equipo utilizado para la realización de las actividades de movimiento de tierra y nivelación de terreno, limpieza y preparación de sitios de obra y la construcción del sistema de alcantarillado.

La expansión de la PTAR, se espera un impacto negativo de compactación y/o remoción del suelo, alterando su estructura, específicamente sus condiciones de granulometría, permeabilidad, resistencia y capacidad de carga. Con el tiempo, este impacto se irá acumulando, hasta que concluyan las actividades de la etapa de construcción.

Debido a lo anterior y dado que no hay medidas de mitigación efectivas para evitar la alteración del suelo, se debe garantizar que el Contratista se concentre dentro de los terrenos señalados para las obras y evite el tránsito recurrente en aquellas áreas no destinadas al Proyecto.

- **Contaminación al suelo por generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción de la infraestructura (Impacto #6).**

Es un impacto negativo de intensidad media, puntual, no sinérgico, temporal, directo, sus efectos se manifiestan en el largo plazo, acumulativo, recuperables de inmediato, reversible en el mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Compatible.

La composición de los residuos sólidos generados por el proyecto serán principalmente residuos no peligrosos de construcción, materia orgánica proveniente de alimentos, residuos inorgánicos como plástico, metal, entre otros. Donde si estos no son manejados adecuadamente pueden ser focos de proliferación de vectores como moscas, roedores, los cuales acarrean enfermedades que afectarían tanto al personal que laborara en la construcción, así como a las poblaciones aledañas.

Por lo anterior, se recomienda al Contratista colocar recipientes para el almacenamiento temporal de residuos en el plantel y establecer sitio de disposición previo a su traslado hacia un relleno sanitario o sitio de disposición final.

- **Contaminación al suelo por vertidos accidentales de lodos provenientes del sistema de tratamiento (Impacto #16).**

Es un impacto negativo de intensidad baja, puntual, no sinérgico, temporal, directo, sus efectos se presentan en el largo plazo, acumulativo, recuperable de inmediato mediante la limpieza, reversible en el mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Compatible.

Los lodos provenientes del reactor UASB serán deshidratados en las eras de secado, y una vez extraída la humedad por evaporación, se deberá aplicar análisis fisicoquímico y biológico para determinar su traslado a relleno sanitario o su posible empleo como abono orgánico. La solución prevista actual es disponerlos en el botadero municipal de Ciudad Sandino, para lo cual se cuenta con la debida autorización. Las aguas residuales generadas por los municipios son de carácter

doméstico, puesto que no existen industrias con altas cargas contaminantes ni que generen vertidos con sustancias tóxicas y metales pesados, así mismo la conexión de este tipo de industrias no será permitida, para ello existe una Unidad de Control de Efluentes en la Gerencia Ambiental de ENACAL.

5.4.4.5 Flora

- **Reducción de la cobertura vegetal del sitio (Impacto #8).**

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión puntual, no sinérgico, temporal, directo, sus efectos se presentan en el corto plazo, simple, recuperable y reversible en el mediano plazo, irregular. La importancia resultante es Compatible.

Dentro del terreno donde se encuentra la actual PTAR existen árboles de mediano tamaño y vegetación herbácea (pasto) que deberán ser removidos durante la construcción de infraestructura nueva de tratamiento de aguas residuales. Por esta razón se ha valorado el impacto como moderado, ya que representa una afectación de cerca del 20% de la cobertura vegetal. Sin embargo, será altamente recuperable y reversible con el paso del tiempo por medio de un plan de reforestación.

5.5 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL ORIENTADO A PREVENIR, MITIGAR, CORREGIR COMPENSAR Y RESTAURAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS GENERADOS POR EL PROYECTO.

5.5.1 Medidas Ambientales

Conforme a la evaluación de impactos se dará respuesta inmediata a aquellos que resultaron negativo Moderado (-Mo) y en menor grado de importancia a las negativas Compatibles (-Co) en función de los factores ambientales que afectan. Se deben establecer las medidas que compensarán dichos impactos o bien aquéllas que serán un instrumento preventivo ante otros efectos que pudieran producirse de no poner en marcha las recomendaciones estipuladas para la protección del medio ambiente de la zona.

Las medidas fueron dispuestas para garantizar la protección del medio, teniendo como principal objetivo la prevención del impacto, seguido de la mitigación del impacto, siendo la reposición del bien la última alternativa a tomar.

A continuación se muestran las medidas propuestas para la prevención, mitigación de dichos impactos.

Tabla 19. Plan de Gestión Ambiental del Proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Ciudad Sandino”.

Impactos Moderados				
FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
Características de la socioeconomía	Aumento del nivel de riesgo de accidentes ocasionados por las obras en construcción	<ul style="list-style-type: none"> Garantizar el cumplimiento de normas de seguridad para la operación segura de la maquinaria y equipos en las tareas de construcción de las obras. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento periódico a todos los vehículos, equipos y maquinaria para disminuir los riesgos de accidentes y atropellos. 		
		<ul style="list-style-type: none"> A todos los equipos se les deberá colocar en lugar visible la capacidad de carga y la velocidad recomendada y las advertencias de peligro especiales. Las instrucciones y advertencias deberán ser fácilmente identificables por el operador cuando este se encuentre en situación de control 		
		<ul style="list-style-type: none"> Dotar de equipos de protección y seguridad física a los trabajadores que laboran para el proyecto (mascarillas, guantes, cascos, gafas, botas industriales, etc.) 		
		<ul style="list-style-type: none"> Realizar un taller de primeros auxilios para el personal de obra seleccionada en coordinación con las autoridades locales de salud. 		
		<ul style="list-style-type: none"> Proveer y mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e intersecciones y a lo largo de todos los desvíos dirigiendo el tránsito alrededor de los áreas cerrado de calles, de manera que las rutas temporales estén claramente señaladas a través de toda su longitud, esto se debe hacer en coordinación con las Alcaldías Municipales de Ciudad Sandino y Mateare, así como con la Policía Nacional. 		
		<ul style="list-style-type: none"> Colocar rótulos y de ser posible barreras señalizando las áreas de apertura de zanjas y pozos de visita, para disminuir el riesgo de accidentes por parte de trabajadores, personas y animales. 		

Tabla 19. (Continuación).

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
Características Socioeconómicas	Inconformidad de pobladores cercanos al cauce receptor por la ampliación de la PTAR	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un plan de visitas en conjunto con la Alcaldía para que conozcan cómo funciona el sistema y la calidad del efluente tratado. • Establecer una correcta operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento para garantizar la eficiencia. 	Construcción	Administración de la PTAR
Impactos Compatibles				
Hidrología y Aguas Subterráneas	Alteración de la escorrentía superficial del agua en el sitio de emplazamiento del Plantel del Contratista y Obras de la PTAR.	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de las actividades de preparación del sitio de obra y movimiento de tierra y nivelación del terreno, se debe prever conservar la pendiente original del terreno hasta un porcentaje que permita el escurrimiento del agua de forma natural (aprox. 1%). • Se recomienda demoler el puente del antiguo acceso a la PTAR para evitar la acumulación de sedimentos y desechos en el cauce y disminuir riesgos de inundación del área de la PTAR. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> • A través de una inspección visual periódica, verificar que no se estén formando pozas dentro del terreno donde se colocará el Plantel del Contratista y en las áreas donde se realizarán las excavaciones de zanjas. En cuyo caso se deberá rellenar estos sitios con material granular de aporte. 	Construcción	Contratista

Tabla 19. (Continuación).

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
	Disminución de la Contaminación de aguas superficiales	<ul style="list-style-type: none"> El efluente del nuevo módulo de UASB cumplirá con los límites permisibles para la descarga en cuerpos receptores (cauce La Trinidad) establecidos en el Decreto 33-95. Establecer una correcta operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento para garantizar la eficiencia. Prohibición de vertidos de aguas residuales de origen no doméstico en el sistema de AS y establecer un Programa de Control de Efluentes. Monitoreo de la calidad del afluente y efluente de la PTAR según lo establecido en el Decreto 33-95. 	Operación	ENACAL
	Disminución de la Contaminación de aguas subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> El efluente del nuevo módulo de UASB cumplirá con los límites permisibles para la descarga en cuerpos receptores (cauce La Trinidad) establecidos en el Decreto 33-95. Establecer una correcta operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento para garantizar la eficiencia. Prohibición de vertidos de aguas residuales de origen no doméstico en el sistema de AS y establecer un Programa de Control de Efluentes. Monitoreo de la calidad del afluente y efluente de la PTAR según lo establecido en el Decreto 33-95. Monitoreo de la calidad del agua de pozos cercanos. 	Operación	ENACAL
	Impactos Moderados			
Aire	Aumento de niveles de ruido por el uso de maquinaria de excavación y vehículos que transporten materiales	<ul style="list-style-type: none"> Establecer horarios de trabajo no antes de las 7 am y que no excedan las 6 pm, no obstante el sitio de la PTAR se encuentra a más de 400 m de sitios poblados. Dotación de equipo de protección auricular a los trabajadores del plantel 	Construcción	Contratista

Tabla 19. (Continuación).

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
Impactos compatibles				
Aire	Contaminación del aire por las emisiones de gases y de los motores de combustión interna debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles	<ul style="list-style-type: none"> Verificar que todos los vehículos automotores que ingresen a la planta, cuenten con el certificado vigente de emisiones según el Decreto 32-97 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Establecer un Plan de Mantenimiento de Infraestructura y Equipo enfocado en el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión, maquinaria en general y vehículos de autotransporte 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Dotación de equipos de seguridad como gafas y mascarillas al personal para evitar afectaciones de las vías respiratorias. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Establecer límites de velocidad y controlar que todos los vehículos se apaguen cuando estén parqueados y así evitar la generación innecesaria de emisiones contaminantes. 	Construcción	Contratista
	Afectaciones a la salud de la población por la generación de polvo durante el manejo de materiales para la construcción de todas las obras del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de lonas en los camiones que transportan los materiales para evitar emisiones de polvo o material particulado a la atmósfera. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Riego del área de trabajo y vías de acceso para evitar las emisiones de polvo por el paso de maquinaria al menos tres veces al día utilizando el agua tratada de la PTAR. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Dotación de equipos de seguridad como gafas y mascarillas al personal para evitar afectaciones de las vías respiratorias y ojos. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Establecer límites de velocidad para evitar emisiones de polvo, no mayor de 30 KPH. 	Construcción	Contratista

Tabla 19. (Continuación).

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
Impactos Moderados				
Suelos	Modificación de estructura de suelo por movimiento y compactación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> Para el transporte de materiales, equipos y el tránsito de maquinaria se debe aprovechar los caminos ya existentes. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Delimitar mediante señalización las áreas donde se estacionarán los equipos, almacenamiento de materiales, Plantel de Contratista y áreas de construcción, para evitar que se alteren áreas no destinadas al Proyecto. 	Construcción	Contratista
	Impactos Compatibles			
	Contaminación al suelo por generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción de la infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> Reducción, reutilización, almacenamiento y venta de desechos metálicos, madera o cualquier otro material que se pueda aprovechar, a empresa de la rama del reciclaje que cuente con aval de MARENA 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Convenio con la Alcaldía municipal de ciudad Sandino para la disposición de residuos sólidos en el relleno sanitario del municipio 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Dotación de recipientes para el almacenamiento temporal de residuos en el plantel 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Delimitación de área de disposición temporal de residuos en el Plantel, dicha área debe estar señalizada y cumplir con lo establecido en las normas de residuos. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Impermeabilización del área de almacenamiento de aceites, combustibles y lubricantes. Evitar el acceso de personal no autorizado a dicha área. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Los residuos de aceites, hilazas y lubricantes deben retenerse en recipientes herméticos rotulados y con contención secundaria, hasta que algún proveedor de servicio se los lleve para su disposición final. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> En el proceso de desmantelamiento o desmovilización, los suelos contaminados deben ser raspados hasta 10 cm por debajo del nivel inferior alcanzado por la infiltración del contaminante. 	Construcción	Contratista

Tabla 19. (Continuación).

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
Impactos Moderados				
Suelo	Contaminación de suelo por la generación de aguas residuales domésticas provenientes del Plantel	<ul style="list-style-type: none"> Empleo de sanitarios portátiles para uso de trabajadores de plantel. La cantidad de letrinas estará basada en la relación de 10 personas por cada letrina. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> El Contratista deberá establecer contrato con la Empresa que presta el servicio, quiénes se encargará del manejo y disposición final de los desechos sólidos y líquidos. 	Construcción	Empresa proveedora de sanitarios portátiles
	Contaminación de suelo por vertido accidental de lodos provenientes del sistema de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Secado de lodos y caracterización para disponerlos en el botadero municipal. Convenio con la Alcaldía de Ciudad Sandino para la remisión de los desechos en el relleno sanitario del municipio 	Operación	ENACAL
Impactos Moderados				
Flora	Reducción de la cobertura vegetal del sitio	<ul style="list-style-type: none"> Señalar debidamente todos los árboles que deberán ser reubicados o talados debido a la construcción de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales o la implementación del Plantel del Contratista, para evitar la tala innecesaria de alguna especie. 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Establecer un Programa de Reforestación con especies nativa de la zona como medida compensatoria, en donde por cada árbol talado, se siembren cinco (proporción 1:5) 	Construcción	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> Establecer un Programa de Revegetación dentro del terreno donde se ubicará la PTAR para restaurar las áreas desprovistas de la capa vegetal durante la construcción. 	Construcción	Contratista

5.5.2. Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia.

En el siguiente acápite se pretende describir la calidad del área de influencia del proyecto de ampliación de sistema de tratamiento de agua residual y alcantarillado sanitario del municipio de Ciudad Sandino, y describir a su vez la situación del sitio con o sin proyecto, destacando los beneficios y desventajas de la ejecución de las obras.

La evaluación se presenta en las Tablas 20 y 21, que son tablas comparativas, donde primeramente se evalúa el factor ambiental a ser impactado por el proyecto, seguido de la acción o actividad que genera el impacto ambiental sobre el medio y finalmente se estipula el impacto ambiental.

Tabla 20. Calidad del área de influencia sin proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL/ SOCIAL
Aire	Aguas residuales corren sobre las calles	Contaminación de aire por generación de malos olores por la descomposición de la materia orgánica
Agua	Aguas residuales corren sobre superficie y escurre hacia los cauces	Contaminación del cuerpo receptor por escorrentía del agua residual
		Contaminación de agua subterránea por infiltración del agua residual
Suelo	Aguas residuales se descargan sobre la superficie del suelo	Contaminación de suelo por infiltración de agua residual
		Afectación de las propiedades fisicoquímicas del suelo
		Impactos sobre el uso futuro de los suelos
Población	Aguas residuales corren sobre calles sin tratamiento	Proliferación de vectores por estancamiento de agua residual
		Molestias a la población por la generación de malos olores
		Aumento de enfermedades diarreicas en la población
Paisaje	Aguas residuales corren sobre las calles y cauces	Mala apariencia del entorno se observa un paisaje insalubre y descuidado
Calidad de vida	Aguas residuales corren sobre calles sin tratamiento	Mala calidad de vida dentro de las condiciones de extrema pobreza
Económico	Área sin red de alcantarillado sanitario	Bajo valor económico de los terrenos y las casas

Como se observa en la Tabla 20, actualmente la calidad de vida de la población se encuentra altamente deteriorada desde el punto de vista higiénico sanitario por no poseer un sistema de saneamiento que le permita encauzar las aguas residuales y conducir las hacia un sistema de tratamiento.

La deposición de las aguas servidas sobre las calles es una fuente proliferadora de vectores que repercuten en el aumento de enfermedades diarreicas de la población.

Actualmente dicho sistema no cubre la capacidad total de aguas residuales generadas y estas son vertidas directa e indirectamente al Lago Xolotlán, violando lo estipulado en el decreto 33-95 **“Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias”**. Con la construcción de las Obras de la Fase I del proyecto, se mejorará la capacidad de tratamiento de las aguas generadas por el municipio y de las condiciones ambientales de la zona, así como la contaminación de los cauces y el lago de Managua.

Esta situación no se encuentra alineada con los planes de saneamiento del Lago de Managua llevados a cabo por ENACAL, gobierno central y alcaldía de Managua en conjunto con la cooperación Alemana.

En la Tabla 21, se muestran los beneficios del Proyecto que atenderían parte de las deficiencias que se presentan en la actualidad, por falta de capacidad del sistema de alcantarillado y una PTAR operable y capaz de recibir todo el caudal generado por las comunidades dentro de su área de servicio. Además, se observa una amplia mejora en las condiciones higiénico sanitarias de la población disminuyendo la proliferación de vectores y las enfermedades diarreicas por la no presencia de agua residual en las calles de los núcleos poblacionales. Adicionalmente se mejora mucho el entorno y el bienestar social de la población.

Ambientalmente, un tratamiento de aguas residuales impacta positivamente en el cuerpo receptor, de manera que se evita la descarga de agua cruda que podría cambiar sus propiedades fisicoquímicas, afectando a su fauna. De igual manera permite cumplir con la legislación ambiental nacional vigente, evitando multas o penas para los futuros desarrolladores.

Tabla 21. Calidad de área de influencia con la ejecución del proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL
Aire	Agua residual de los barrios Bello Amanecer y Zona 7 es colectada por el sistema de alcantarillado y conducida al PTAR	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de malos olores en calles y cauces cercanos a la población.
Agua	Ampliación de alcantarillado sanitario y aumento de la capacidad de la PTAR en 90 L/s	<ul style="list-style-type: none"> • Protección de cuerpo receptor debido a la eliminación de las descargas de aguas residuales sin tratamiento.
		<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la posible contaminación de manto freático por eliminación de descargas de aguas residuales sin tratamiento.
Suelo	Agua residual es colectada por el sistema de alcantarillado y conducida al PTAR	<ul style="list-style-type: none"> • Se evita la contaminación del suelo y se mantienen las propiedades fisicoquímicas del mismo, manteniendo sus características de vocación de uso.
		<ul style="list-style-type: none"> • Uso de la tierra de acuerdo con la vocación de los suelos libres de contaminación.
Población	Agua residual es colectada por el sistema de alcantarillado y conducida al PTAR	<ul style="list-style-type: none"> • Diminución de vectores por la no presencia de aguas residuales en las calles y cauces
		<ul style="list-style-type: none"> • Conformidad de la población con su entorno por las mejora en las condiciones de saneamiento.
		<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de enfermedades diarreicas generadas por la mala disposición de las aguas residuales.
Paisaje	Agua residual es colectada por el sistema de alcantarillado y conducida al PTAR	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras en el entorno se observa una ciudad más limpia, sin descargas de aguas residuales a las calles y cauces aledaños.
Calidad de vida	Agua residual es colectada por el sistema de alcantarillado y conducida al PTAR	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la calidad de vida por avance en las condiciones higiénicas sanitarias de la población.
Económico	Área con sistema de alcantarillado sanitario	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la plusvalía de los terrenos y casas dentro del área de servicio del sistema.

VI. CONCLUSIONES

El proyecto de ampliación de la PTAR de Ciudad Sandino Fase I, genera potenciales impactos ambientales positivos que contribuyen a mejorar la calidad ambiental de su zona de influencia y la calidad de vida de los pobladores, en tanto los potenciales impactos ambientales negativos pueden ser prevenidos, mitigados, remediados o compensados con la correcta y eficiente cumplimiento del plan de gestión ambiental propuesto, creándose así las condiciones que garantizan la viabilidad ambiental de este proyecto.

1. Se evaluaron los impactos ambientales del proyecto conforme los requerimientos legales ambientales del país.

- 1.1. Se estableció que el proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de Ciudad Sandino, en su fase I, procesará un caudal de 180 L/s, equivalentes a 15 552 m³/día, proyecto sujeto a una evaluación de impacto ambiental para establecer su viabilidad ambiental.
- 1.2. La PTAR de Ciudad Sandino, con la implementación del proyecto de su ampliación a 180 L/s y demás obras complementarias, cumplirá con los parámetros y requerimientos establecidos en el Decreto 33-95, para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

2. Del marco legal ambiental del país aplicable al proyecto para realizar el estudio de evaluación de impacto ambiental.

Los principales instrumentos legales de carácter ambiental que regulan el proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de Ciudad Sandino, en su fase I, son:

- 2.1. Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales aplicable a todos los componentes y actividades del proyecto desde la etapa de formulación, operación hasta el cierre de este, establece y define la aplicación de los procedimientos técnicos y administrativo de autorizaciones y permisos ambientales.
- 2.2. Decreto 76-2006, Sistema de Evaluación Ambiental, se aplica a todos los componentes, califica los proyectos, establece obligación de realizar la evaluación ambiental e implementación de medidas ambiental para la operación del proyecto.
- 2.3. El Decreto 33-95, establece las disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales, agropecuarias para el tratamiento y descarga de las aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario.

3. Se estableció la línea base ambiental del área de influencia proyecto, determinándose, ubicación, área de influencia, directa e indirecta, geomorfología, flora, fauna y socioeconomía.

- 3.1. La PTAR, trata las aguas residuales domésticas que genera la población de Ciudad Sandino, está ubicada, en el kilómetro 14, de la carretera nueva a León, en dirección suroeste a 600 metros, en la zona de Los Brasiles, Municipio de Mateare, por tal razón el área de influencia del proyecto, cubre los Municipios de Ciudad Sandino y Mateare.
- 3.2. Se ha definido como área de influencia directa del proyecto, al terreno, en el cual está ubicada la planta, que tiene una superficie de 39 950 m², de los cuales 12 400 m² ocupa la planta.
- 3.3. De acuerdo con las formaciones geológicas y la geomorfología del área de influencia del proyecto, se establece en esta, la existencia de formaciones rocosas productos de actividad volcánica, conformadas por escorias, tobas, lava.
- 3.4. También existen depósitos de piedra pómez y sedimentos aluviales y coluviales, que la hacen vulnerables a la erosión, además estas formaciones rocosas poseen una alta permeabilidad que permiten la infiltración de aguas de lluvias por siglos, llevando a la formación de acuíferos, los cuales están en riesgos de contaminación por las aguas servidas que vierten tanto la población como las zonas francas industriales que operan en estos Municipios.
- 3.5. El área de influencia directa del proyecto, es una zona con pobres condiciones del hábitat que lo rodea, ya que ha sido altamente intervenida, por lo tanto la flora y la fauna del entorno, no serán sometida a impactos significativos sobre la flora y la fauna del entorno.
- 3.6. La PTAR, se encuentra en un área geológicamente inestable, con magnitudes estimadas de 6 a 7 grados Richter para la depresión nicaragüense. Por lo cual se considera posible el impacto de terremotos en el futuro que podrían afectar esta zona con altas intensidades.
- 3.7. La PTAR, se localiza dentro de las zonas que podrían ser afectadas y amenazadas por caída de tefra cuando se producen erupciones en el Complejo Masaya y el Volcán Apoyeque, la cual es una amenaza moderada para el alcance promedio y amenaza baja para el alcance máximo durante erupciones fuertes.
- 3.8. Según las características topográficas eminentemente llana, la existencia de cauces en este sector y la proximidad al Lago de Managua, unida a la amenaza sísmica, y al tipo de materiales previsiblemente permeables (sedimentos aluviales y coluviales), se establece la existencia de una amenaza por

inundaciones de media a moderada principalmente en los dos últimos tercios del área de influencia directa del proyecto, coincidente con la presencia de litologías pómez, aluvial y coluviales.

4. De la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

- 4.1. Se han identificado 28 impactos potenciales al ambiente, 18 de los cuales generan afectaciones negativas, según su importancia se han valorado como compatibles y moderados. Se generan 10 potenciales impactos positivos, con calificaciones que varían de moderados a severos.
- 4.2. El componente aire y ruido, es sometido a los mayores potenciales impactos negativos, provocados por los gases contaminantes y partículas suspendidas generados por excavación, movimiento de tierra, transporte de materiales, así como el ruido asociado a dichas actividades.
- 4.3. En orden de afectación negativa le siguen el suelo, por la alteración causada por el movimiento de tierra, excavación, compactación y las características socioeconómicas que se manifiestan en los riesgos asociados a las actividades de construcción, transporte de materiales, equipos, manejo inadecuado de los drenajes y desechos durante la etapa de construcción, así como los riesgos de accidente del personal durante la operación del sistema.
- 4.4. Los factores ambientales que presentan impactos negativos compatible o irrelevantes, que también necesitan ser prevenidos o mitigados son:
 - 4.4.1. **Suelo:** Afectaciones a la estructura y compactación de suelo, por movimiento de tierra, nivelación del terreno y construcción de la nueva infraestructura de tratamiento de agua residual.
 - 4.4.2. **Hidrología y aguas subterráneas:** Estos impactos, se deben por la alteración de la escorrentía superficial del agua sobre el terreno generada por actividades de limpieza y preparación de los sitios de obra y movimientos de tierra y nivelación del terreno, y posible contaminación de las aguas subterráneas por la generación de agua residuales durante la construcción producto de los planteles.
 - 4.4.3. **Paisaje:** Impactos poco significativos, dado que el área ya fue intervenida con la construcción de la PTAR existente, la vegetación actual que se encuentra rodeando el terreno, no será removida en su totalidad, ya que sirve de barrera visual, encubre las instalaciones de la PTAR y crea un efecto de “bosque aislado” que se mimetiza con el paisaje de campo.

- 4.4.4. **Flora y Fauna:** Por ser esta, una zona altamente intervenida, las condiciones del hábitat que lo rodea son pobres, se infiere que no existan impactos significativos sobre la flora y la fauna del entorno.
- 4.5. Los factores ambientales con potenciales impactos positivos por las actividades del proyecto son el medio social, seguido por la hidrología y aguas subterráneas. Este resultado es de esperarse ya que la justificación del proyecto es precisamente brindarles una mejor calidad de vida a las comunidades que se conectan al sistema de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales, así como disminuir la contaminación de los cuerpos superficiales y aguas subterráneas debido al vertimiento descontrolado de las aguas servidas de las casas.
- 4.6. Otros factores con impactos positivos son el suelo, el aire y ruido, y el paisaje, debido a que se disminuye la contaminación del suelo por infiltraciones, los malos olores y la eliminación de aguas residuales sin tratamiento en los cauces de la zona.
- 4.7. La ejecución de este proyecto y su puesta en funcionamiento, contribuye a superar la problemática ambiental relacionada con el manejo de las aguas residuales domesticas del municipio, que generan problemas locales de contaminación y saneamiento ambiental, generando beneficios ambientales, teniendo efectos directos en la mejora de los factores ambientales, es decir en la calidad de vida y salud de los habitantes, en la calidad del aire, en la calidad de suelos, en la mejora del paisaje y protección del Lago Xolotlán y las aguas subterráneas del acuífero del sector, que actúan como cuerpos receptores.
- 5. Se elaboró propuesta de programa de gestión ambiental orientado a prevenir, mitigar, corregir, compensar y restaurar los impactos ambientales generados por el proyecto.**
- 5.1. Con la adopción de las medidas preventivas y de mitigación, estructuradas mediante el programa de gestión ambiental, se abordarán todos aquellos impactos que inciden negativamente sobre el entorno, cuya aplicación efectiva y responsable contribuyen a alcanzar la viabilidad ambiental del proyecto.
- 5.2. En la etapa de construcción la implementación de estas medidas preventivas y de mitigación corresponde al contratista a cargo de la obra, fiscalizada tanto por el dueño del proyecto, como por las instancias ambientales correspondientes.
- 5.3. En la etapa de operación de la PTAR, la implementación de estas medidas preventivas y de mitigación corresponde a la entidad administradora del proyecto, fiscalizada por las instancias ambientales correspondientes.
-

VII. Recomendaciones

1. La administración de la PTAR, debe implementar las medidas de prevención, mitigación, contingencia y compensación contenidas en el Plan de Gestión Ambiental, para disminuir al mínimo los impactos ambientales que provocará la ejecución del proyecto.
2. ENACAL como entidad estatal sectorial, y las Unidades de Gestión Municipal de Ciudad Sandino y Mateare, deben brindar el seguimiento, control necesario para el cumplimiento de la legislación ambiental en la materia.
3. El mantenimiento continuo del alcantarillado sanitario y del sistema de tratamiento de las aguas residuales, se debe realizar de manera estricta y obligatoria con la finalidad de lograr el buen funcionamiento y mantener calidad del agua vertida de conformidad con los indicadores definidos en el Decreto 33-95.
4. En la etapa de construcción de la PTAR, el contratista a cargo de esta, deberá establecer un programa de capacitación dirigido a su personal relacionado con la higiene y seguridad ocupacional y proporcionar los equipos de seguridad, evitando exposición innecesaria a riesgos laborales.
5. De igual manera la administración de la PTAR, deberá establecer un programa de capacitación dirigido al personal a cargo de la operación de esta, relacionado con la higiene y seguridad ocupacional y proporcionar los equipos de seguridad, evitando la exposición innecesaria a riesgos laborales.
6. Para enfrentar las amenazas sísmicas, volcánicas y de inundación se deberán elaborar los correspondientes planes de contingencia y de gestión de riesgos para enfrentar exitosamente estas amenazas.
7. Se debe fomentar un programa de comunicación social del proyecto. Informar a la población hasta un buen nivel de detalle del proyecto, dentro del margen de entendimiento que posee la población involucrada, para evitar la desconfianza y las expectativas que un proyecto de esta naturaleza genera.
8. Se fomentar visita a la población que vive en las cercanías de la PTAR, específicamente aquellas que se encuentran aguas abajo cercanas al del punto de descarga de la PTAR, para explicarles sobre las mejoras a la calidad de vida y calidad ambiental, que genera el sistema de alcantarillado junto con la PTAR, de tal forma que se elimine la descarga de aguas residuales crudas que están ocasionando problemas actualmente.

VIII. Bibliografía

- Arboleda, J. (1994). *Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. En: *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*. No. 9 (p. 71-81).
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación*. Caracas. 5ª Edición. Editorial EPISTEME.
- Balestrini, M. (2006). *El proyecto de investigación*. Caracas. 5ª Edición. Editorial EPISTEME.
- Barenttino, D. (2005) *Identificación y evaluación de impactos ambientales sobre la gea*. Instituto Tecnológico y Geominero de España, Madrid.
- Conesa, F. (1993). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa, 276 p.
- ENACAL (s.f.) *Documento del proyecto de PTAR de Ciudad Sandino*.
- Gómez, D. (1991). *Identificación y evaluación de impactos ambientales sobre la flora y la fauna*. Madrid, España. 302 p.
- Hernández Sampieri R, Fernández Collado, C y Baptista Lucío. (2006). *Metodología de la Investigación*. 4ª Edición. México. McGraw Hill Interamericana
- INETER (2006) *Mapa Geológico, Mapa Hidrológico*.
- Instituto Tecnológico y Geominero de España. (1991). *Evaluación y corrección de impactos ambientales*. Madrid. España.
- Integral, J. (1994). *Estudio de impacto ambiental: plan de manejo ambiental de variantes poliducto Sebastopol-Medellín, sector San José del Nus-Cisneros*. Medellín: ECOPETROL.
- León, P. (1998). *Evaluación del impacto ambiental: acercamiento conceptual y metodológico*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 75 p.
- Leopold L, et al. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. Circular US Geological Survey. No. 645.
- Milán, J.A (2004) *Criterios de Evaluación de Impactos Ambientales* 34 p. Nicaragua.
- Palacios R., E. J. y Velásquez M., K. E. (2014) *Evaluación de Impacto Ambiental con enfoque de riesgo. Módulo 4: Sistemas de Monitoreo, seguimiento y evaluación. Diplomado Planificación para la gestión del desarrollo económico local*. FAREM Estelí, UNAN Managua. (Edición digital)

- Sabino, C. (2003). *El proceso de investigación*. Buenos Aires. Editorial Lumen.
- Sanz, J. (1991). *Concepto de impacto ambiental y su evaluación*. Instituto Tecnológico y Geominero de España. Madrid, España. 302 p.
- Silva, J. (2008). *Metodología de la Investigación. Elementos Básicos*. Caracas. Ediciones CO-BO.
- Sociedad Colombiana de Ingenieros. (1993). *Manual de gestión ambiental*. Medellín, Colombia. 155 p.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación Científica*. Cuarta Edición. México. Limusa, Noriega Editores.
- Von Sperling M, Chernicharo de Lemos C. (2006). *Biological Wastewater Treatment in Warm*. Publishing IWA. London. England.

Referencias de sitios Web

- www.inide.gob.ni/censos2005/CifrasMun/Managua/Mateare.pdf. 23 p.
- www.inide.gob.ni/Anuarios/Anuario%20Estadistico%202015.pdf.

ANEXOS
Tabla de Contenidos

	Página
Anexo I: Glosario.	116
Anexo II: Guía de trabajo para la caracterización del proyecto conforme los requerimientos legales de carácter ambiental del país.	122
Anexo III: Guía de trabajo para la definición del marco legal ambiental del país aplicable al proyecto para realizar el estudio de evaluación de impacto ambiental.	124
Anexo IV: Guía de trabajo para el establecimiento de la línea base ambiental del área de influencia proyecto.	125
Anexo V: Propuesta de desagregación del medio ambiente e identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto.	127
Anexo VI: Métodos Matriciales: para la identificación de interacciones actividad del proyecto—elemento del medio ambiente y evaluación de impactos ambientales.	129
Anexo VII: Guía de trabajo para la formulación del plan de manejo ambiental orientado a prevenir, mitigar, corregir compensar y restaurar los impactos ambientales generados por el proyecto.	132

Anexo I: Glosario de términos utilizados en los estudios y evaluaciones de impacto ambiental de Nicaragua, conforme la legislación nacional.

- 1. Actividades:** Conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad. Las actividades pueden ser aisladas o formar parte de un proyecto. También pueden ser actividades simples o complejas.
- 2. Alto Impacto Ambiental Potencial:** Impacto ambiental potencial preestablecido de forma aproximada que considera un alto riesgo para el medio ambiente obtenido a partir de considerar actuaciones similares que ya se encuentran en operación.
- 3. Área de Influencia del Proyecto:** El área de influencia de un proyecto se refiere a todo el espacio geográfico, incluyendo todos los factores ambientales dentro de él, que pudieran sufrir cambios cuantitativos o cualitativos en su calidad debido a las acciones en la ejecución de un proyecto, obra, industria o actividad.
- 4. Autorización Ambiental:** Acto administrativo emitido por las Delegaciones Territoriales del MARENA para la realización de proyectos de categoría ambiental II. En el caso de las Regiones Autónomas le corresponderá a los Consejos Regionales e instancias autónomas que estos deleguen en el ámbito de su circunscripción territorial.
- 5. Bajo Impacto Ambiental Potencial:** Impacto ambiental potencial preestablecido de forma aproximada que considera un bajo riesgo para el medio ambiente obtenido a partir de considerar actuaciones similares que ya se encuentran en operación.
- 6. Calidad Ambiental:** Es la expresión final de los procesos dinámicos e interactivos de los diversos componentes del sistema ambiental y se define como el estado del ambiente, en determinada área o región, según es percibido objetivamente, en función de la medida cualitativa de algunos de sus componentes, en relación a determinados atributos o también ciertos parámetros o índices con relación a los patrones llamados estándares.
- 7. Consultores:** Son aquellas personas naturales o jurídicas, debidamente certificadas por la Dirección General de Calidad Ambiental y los Consejos Regionales e instancias autónomas que estos deleguen, habilitadas oficialmente para elaborar Evaluaciones de Impacto Ambiental o en su defecto Evaluaciones Ambientales.
- 8. Dictamen:** Acto administrativo emitido por MARENA e instancias regionales de las Regiones Autónomas (Comisión de Recursos Naturales y Ambiente y Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente), previa formulación de un equipo técnico interinstitucional e interdisciplinario y que es producto de la revisión y análisis de un estudio de impacto ambiental presentado por el proponente que contiene los fundamentos técnicos para el otorgamiento de un permiso ambiental o la negativa del mismo.

9. Documento de Impacto Ambiental (DIA): Documento preparado por el equipo multidisciplinario, bajo la responsabilidad del proponente, mediante el cual se da a conocer a la autoridad competente, autoridades regionales, municipales y población interesada, los resultados y conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental, traduciendo las informaciones y datos técnicos en un lenguaje claro y de fácil comprensión.

10. Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Conjunto de actividades técnicas y científicas destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales de un proyecto y sus alternativas, presentado en forma de informe técnico y realizado según los criterios establecidos por las normas vigentes, cuya elaboración estará a cargo de un equipo interdisciplinario, con el objetivo concreto de identificar, predecir y prevenir los impactos al medio ambiente.

11. Evaluación Ambiental (EA): Proceso compuesto de actos administrativos que incluye la preparación de estudios, celebración de consultas públicas y que concluyen con la autorización o denegación por parte de la Autoridad competente, nacional, regional o territorial. La Evaluación Ambiental es utilizada como un instrumento para la gestión preventiva, con la finalidad de identificar y mitigar posibles impactos al ambiente de planes, programas, obras, proyectos, industrias y actividades, de conformidad a este Decreto y que incluye: la preparación de Estudios, celebración de consultas públicas, y acceso a la información pública para la toma de decisión.

12. Evaluación Ambiental Estratégica (EAE): Instrumento de la gestión ambiental que incorpora procedimientos para considerar los impactos ambientales de planes y programas en los niveles más altos del proceso de decisión, con objeto de alcanzar un desarrollo sostenible.

13. Fragilidad: Se define como blandura, inestabilidad, debilidad o delicadeza de un territorio y en donde las acciones humanas pueden causar altos impactos ambientales potenciales.

14. Impacto Ambiental: Cualquier alteración significativa positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocados por la acción humana y/o por acontecimientos de la naturaleza en un área de influencia definida.

15. Impacto Ambiental Acumulativo: Es el impacto sobre el medio que resulta cuando a los efectos ocasionados por las actividades, obras o proyectos se añaden los efectos ocasionados, por otros proyectos, obras o actividades presentes o futuras razonablemente previsibles, sin que importe que otro organismo público o persona los han ejecutado. Los impactos acumulados pueden ser resultado de actuaciones de menor importancia vistas individualmente, pero son significativas en su conjunto y ocurren durante un período de tiempo.

16. Impacto Ambiental Potencial: Cualquier alteración positiva o negativa probable que podría ocasionar la implantación de un proyecto, obra, actividad o industria sobre el medio físico, biológico y humano. El impacto ambiental potencial puede ser preestablecido de forma aproximada tomando en consideración el riesgo que se obtiene a partir de considerar actuaciones similares que ya se encuentran en operación. El Impacto Ambiental Potencial permite clasificar los proyectos, obras, actividades o industrias en categorías según los efectos ambientales que estas actuaciones pueden generar.

17. Industrias: Instalación física donde se realizan un conjunto de operaciones materiales para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales. Se considera producción industrial aquella que demandan servicios públicos e infraestructuras superiores a los que requieren las zonas de viviendas, depende de servicios complementarios fuera del entorno urbano, el uso no es compatible con la vivienda, genera empleo superior a las 30 personas, el volumen productivo depende de la tecnología y tiene requerimientos de espacios muy superiores a los de viviendas.

18. Línea de Base: Conjunto de descripciones, estudios y análisis de algunos factores del medio ambiente físico, biológico y social que podría ser afectado por un proyecto. Los estudios de línea de base permiten obtener información del "estado del medio ambiente" antes de que se inicie un proyecto.

19. Medida de Mitigación: Acción o conjunto de acciones destinadas a evitar, prevenir, corregir o compensar los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, o reducir la magnitud de los que no puedan ser evitados.

20. Moderado Impacto Ambiental Potencial: Impacto ambiental potencial preestablecido de forma aproximada que considera un mediano riesgo para el medio ambiente obtenido a partir de considerar actuaciones similares que ya se encuentran en operación.

21. Monitoreo: Medición periódica de uno o más parámetros indicadores de impacto ambiental causados por la ejecución de un proyecto, obra, industria o actividad.

22. Obras: Se entiende por Obra a todo proyecto de nueva construcción, donde la inversión está destinada a crear una infraestructura productiva, de servicio o de interés social. La definición de obra no sólo incluye trabajos constructivos, sino que abarca también el proceso de instalación de maquinarias fijas a un sitio. Las obras se clasifican en:

22.1. Obras Horizontales: Son proyectos que se desarrollan a través de una superficie territorial relativamente extensa, entre las que se encuentran: Carreteras y vías de comunicación, conductos, canales, vías férreas, puertos, aeropuertos, explotación minera y de hidrocarburos, así como otros tipos de obras.

22.2. Obras Verticales: Son proyectos que se desarrollan de forma puntual respecto a un territorio, entre los que se encuentran todo tipo de edificaciones, proyectos turísticos, industrias y demás infraestructuras.

22.3. Obras Mixtas: Son aquellas que tienen indistintamente componentes horizontales (carreteras y otros), así como componentes verticales (edificios y otros). Son ejemplos de este tipo de obra las zonas francas, complejos industriales y de otra índole.

23. Permiso Ambiental: Es el acto administrativo que dicta la autoridad competente, a petición de parte, según el tipo de actividad de conformidad con el Artículo 2 del presente Decreto 76-2006, el que certifica que desde el punto de vista de la protección del ambiente, la actividad se puede realizar bajo condicionamiento de cumplir las medidas establecidas en dicho permiso.

24. Plan de Monitoreo: Son acciones de medición para la regulación, control mediante la implementación de un sistema de vigilancia que permita verificar la efectividad de la aplicación de las medidas ambientales y corregir oportunamente las desviaciones que se produzcan.

25. Proceso Tecnológico: Agrupa el conjunto de operaciones, instalaciones, medios, flujos, máquinas e instrumentos para transformar una materia prima en un producto terminado.

26. Producción Industrial: Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales. Se considera producción industrial aquella que demandan servicios públicos e infraestructuras superiores a las que requieren las zonas de viviendas, depende de servicios complementarios fuera del entorno urbano, el uso no es compatible con la vivienda, genera empleo superior a las treinta personas, el volumen productivo depende de la tecnología y tiene requerimientos de espacios muy superiores a los de viviendas.

27. Producción Artesanal: Tipo de producción que demanda servicios públicos y espacios similares a los de la vivienda y genera empleo como máximo a treinta personas.

28. Proponente: Persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que propone la realización de un proyecto, obra, industria o actividad regulada en el presente Decreto y para ello solicita un permiso ambiental.

29. Proyectos: La definición de proyecto es mucho más amplia que la de Obra, pues la definición abarca:

29.1. Idea representada en perspectiva.

29.2. Planta y disposición que se forma para la realización de un tratado, o para la ejecución de algo de importancia.

29.3. Designio o pensamiento de ejecutar algo.

29.4. Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería.

29.5. Primer esquema o plan de cualquier trabajo que se hace a veces como prueba antes de darle la forma definitiva (incluye los proyectos de leyes).

30. Proyectos Especiales: Tipología de proyectos que tienen alta significación económica y ambiental para el país y pueden incidir significativamente en una o más regiones ecológicas de Nicaragua, según el mapa de Ecosistemas oficial del país, o bien trasciende a la escala nacional, internacional, transfronteriza, considerándose además como proyectos de interés nacional por su connotación económica, social y ambiental.

31. Reasentamiento de Población: Proceso de traslado de una población de un sitio hacia otro sitio, como consecuencia de afectaciones por eventos naturales, conflictos bélicos u otras causas.

32. Seguimiento y Control: Conjunto de procedimientos que tienen como objetivo vigilar y controlar el nivel de desempeño ambiental. A los efectos de este decreto se refiere a vigilar y controlar el cumplimiento de las medidas y condicionantes emanadas del Permiso Ambiental o el Programa de Gestión Ambiental.

33. Tamizado o Cribado: Proceso técnico de selección o clasificación para determinar si se necesita o no un estudio de impacto ambiental para un proyecto, obra o actividad futura, valorando el impacto ambiental potencial. Este proceso identifica previamente si se debe realizar un estudio de impacto ambiental, una valoración ambiental o un análisis ambiental.

34. Términos de Referencia: Documento técnico que describe el objetivo, contenido y alcance de un Estudio de Impacto Ambiental.

35. Zona Ambientalmente Frágil: Espacio geográfico delimitado físicamente, donde la fragilidad viene dada por una o más de las siguientes características:

35.1. Territorios comprendidos dentro de todas las categorías consideradas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

35.2. Relieves dependientes mayores del treinta por ciento (30%) en las cuales se podrían generar riesgos de deslizamientos.

35.3. Territorios de vulnerabilidad determinados por el MARENA y otras instituciones

reconocidas oficialmente.

35.4. Cuerpos y cursos de aguas naturales superficiales o subterráneas y zonas marino costeras.

35.5. Áreas donde se encuentren recursos arqueológicos, arquitectónicos, científicos o culturales, considerados como patrimonio nacional.

36. Valoración Ambiental: Proceso que identifica y valora los moderados Impactos Ambientales Potenciales que pueden generar ciertos proyectos y el dictamen se produce, sobre la base de valoraciones en el terreno, la normativa ambiental y las buenas prácticas, así como las medidas ambientales que serán adoptadas por el proponente del proyecto. Este proceso es aplicado por las autoridades ambientales territoriales y es apropiado para ciertos tipos de proyectos y contextos particulares, según la categorización ambiental de los proyectos.

37. Vulnerabilidad: Susceptibilidad de algo o alguien a recibir daño como consecuencia de una acción o peligro. A los efectos de este Decreto se refiere a susceptibilidad de un territorio a sufrir daños ambientales como consecuencia de una actividad, proyecto, obra o industria.

Anexo II: Guía de trabajo para la caracterización del proyecto conforme los requerimientos legales de carácter ambiental del país.

Caracterización del Proyecto	Descripción
Información Documental :	Documento del Proyecto Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.
Ubicación de la información documental:	ENACAL - Central Managua. Unidad de Gestión Ambiental / Alcaldía Municipal de Ciudad Sandino.
Contenidos a desarrollar	
Localización y ubicación geográfica del proyecto:	
Macro localización del proyecto	
Micro localización del proyecto	
Ubicación del proyecto	
Escalas de Departamento, Municipio y Sitio. Para una mejor descripción usar mapas que ubiquen el proyecto, dentro del territorio nacional, a escala Regional (1:2 000 000 -1:1 000 000), escala territorial (1:50 000 1:25 000), escala local (1:1 000-1:500), los cuales estarán referidos a coordenadas UTM WGS 84, además se deben utilizar tablas, diagramas o gráficas, de manera que aclaren todos sus elementos.	
Justificación económica y social del proyecto:	
Justificación económica y social potencial del proyecto en la economía local y nacional.	
Monto total de la inversión incluyendo el monto para el programa de gestión ambiental.	
Empleos a generar (directos e indirectos) por el proyecto en todas las etapas (género, rango de edad)	
Insumos a utilizar en cada etapa del proyecto, especificando su procedencia y cantidades:	
Materia prima	
Equipos	
Materiales e insumos a emplear	
Fuentes de energías utilizadas y alternativas.	
Fuentes de agua (superficial o subterránea)	
Hidrocarburos	
Descripción de la tecnología:	
Aplicando los principios de Producción más Limpia y convenios internacionales.	

Anexo II: Guía de trabajo para la caracterización del proyecto conforme los requerimientos legales de carácter ambiental del país.

Desagregación de las actividades del proyecto: Definición de cada uno de los componentes del proyecto en las diferentes etapas sean estas temporales o permanentes.	
Etapas del proyecto	
Etapas de construcción:	
Descripción del sistema constructivo de cada una de las obras que integran el proyecto	
Alternativas constructivas y tecnológicas y sus efectos ambientales	
Principales actividades de acuerdo a catálogos (MTI, Cámara de la Construcción, FISE	
d) Calendarización.	
Etapas de operación:	
Descripción cuantitativa y cualitativa de las actividades de esta etapa de acuerdo a la naturaleza del proyecto (procesos productivos, tecnológicos, otros).	
Calendarización.	
Etapas de cierre:	
Descripción cuantitativa y cualitativa de las actividades de esta etapa de acuerdo a la naturaleza del proyecto (procesos productivos, tecnológicos, otros).	
Calendarización.	

Anexo III: Guía de trabajo para la definición del marco legal ambiental del país aplicable al proyecto para realizar el estudio de evaluación de impacto ambiental.

Justificación del Proyecto de Acuerdo al Marco Jurídico Aplicable	Descripción
Ubicación de información documental :	Base de datos de la Asamblea Nacional en línea : www.asamblea.gob.ni Publicaciones “La Gaceta”, diario oficial.
Identificar el marco jurídico existente tanto nacional como internacional y justificar la viabilidad ambiental del proyecto.	
Análisis del cumplimiento de disposiciones legales que regulan la viabilidad ambiental del proyecto.	Articulado
Constitución Política de la Republica de Nicaragua;	
Ley 40, agosto de 1997, Ley de Municipios;	
Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales;	
Ley No. 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo;	
Decreto No. 76-2006, Sistema de Evaluación Ambiental;	
Ley 620, Ley General de Aguas Nacionales;	
La Ley 297, Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario;	
Ley 462, Ley de Conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal;	
Decreto No. 20-2001, Política General para el Ordenamiento Territorial;	
Decreto No. 33-95, Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias;	
Decreto No. 77-2003, Disposiciones que regulan las descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento en el al Lago Xolotlán. 10/11/2003;	
Decreto No. 68-2001, Creación de Unidades de Gestión Ambiental	

Anexo IV: Guía de trabajo para el establecimiento de la línea base ambiental del área de influencia proyecto.

Establecimiento de la Línea Ambiental del Área de Influencia del Proyecto	Descripción
Información documental:	<p>Plan Ambiental del Municipio de Ciudad Sandino.</p> <p>Plan Ambiental del Municipio de Mateare.</p> <p>Plan Maestro de desarrollo urbano de Ciudad Sandino.</p> <p>Plan Maestro de Alcantarillado sanitario de Ciudad Sandino.</p> <p>Plan de ordenamiento territorial del Municipio de Ciudad Sandino</p> <p>Plan de ordenamiento territorial del Municipio de Mateare.</p> <p>Estudios del Medio Físico de los Municipios de Ciudad Sandino y Mateare.</p> <p>Estudios de Flora y Fauna de los Municipios de Ciudad Sandino y Mateare</p> <p>Informe Estadístico – Ciudad Sandino en Cifras</p> <p>Informe Estadístico-Mateare en cifras.</p> <p>Fichas Municipales de Ciudad Sandino y Mateare.</p> <p>Estudios Climatológicos de los municipios de Ciudad Sandino y Mateare.</p> <p>Cuencas hidrográficas de Ciudad Sandino y Mateare.</p>
Ubicación de información documental :	<p>Alcaldía Municipal del Municipio de Mateare.</p> <p>Alcaldía Municipal de Ciudad Sandino.</p> <p>Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).</p> <p>Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE.</p> <p>Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).</p> <p>Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM).</p>
Información de fuentes primarias – Trabajo de campo	
<p>Vistas al sitio de emplazamiento de la PTAR.</p> <p>Recorrido de reconocimiento y delimitación del área de influencia del proyecto (directa e indirecta) que potencialmente será afectada por los impactos ambientales previstos producto de las actividades a ser desarrolladas durante la ejecución del proyecto.</p> <p>Uso de Mapas</p> <p>Reportaje fotográfico,</p> <p>Entrevistas a funcionarios de la empresa dueña del proyecto.</p>	

Anexo IV: Guía de trabajo para el establecimiento de la línea base ambiental del área de influencia proyecto.

Establecimiento de la Línea Ambiental del Área de Influencia del Proyecto	Descripción
Realizar una descripción de las características del medio ambiente dentro de los límites del área de influencia ordenando la información por factores ambientales.	
Factores abióticos	
Describir cada uno de los siguientes factores generando información primaria de la zona incluyendo mapas temáticos con su debida interpretación	
Geología	
Suelos	
Calidad del aire	
Hidrología	
Hidrogeología	
Geomorfología	
Clima(temperatura, precipitación, proyecciones de las variables de clima)	
Factores bióticos	
Flora: Describir la flora (nombre científico y común) existente en el área de influencia directa e indirecta, indicando riqueza, abundancia, distribución, estado de conservación e indicar valor ecológico y económico. Realizar inventario forestal dependiendo de la naturaleza del proyecto.	
Fauna: Describir la fauna (nombre científico y común) existente en el área de influencia directa e indirecta, indicando listado de especies y metodología usada, abundancia, distribución, hábitat y estado de conservación de acuerdo al listado de especies amenazadas de la convención CITES.	
Ecosistemas: Identificar los ecosistemas presentes en el área de influencia, teniendo en cuenta la clasificación contenida en el <i>Estudio de Ecosistemas de Nicaragua</i> (MARENA, 2010) destacando los que se encuentran en estado de vulnerabilidad.	
Paisaje natural: Identificar la homogeneidad y heterogeneidad del paisaje y describir los componentes geográficos	
Factores socioeconómicos	
Población (cantidad, rango de edad, densidad poblacional, población económicamente activa, ingreso familiar promedio, género, nivel de escolaridad)	
Desarrollo social (proyectos y programas en operación)	
Niveles de organización social	
Infraestructura existente (salud, educación, servicios básicos, transporte etc.)	
Identificar áreas de interés social (cementeros, centros deportivos), históricos, arqueológicos y de recreación	
Actividades económicas	
Infraestructura económica	
Aspectos económicos (nivel de empleo)	

Anexo V: Propuesta de desagregación del medio ambiente e identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Propuesta de desagregación del medio ambiente: Sistema Abiótico e identificación de posibles alteraciones e impactos.

Sistema	Componente	Elemento	Posibles alteraciones o impactos
A B I O T I C O	Suelo	Propiedades físicas	Alteración de las características físicas: tamaño de grano, permeabilidad, porosidad, friabilidad, textura del suelo, grado de compactación del suelo.
		Propiedades químicas	Alteración de las características químicas: pH, capacidad de intercambio catiónico, salinidad, contenido de nutrientes y materia orgánica. Aparición de sustancias perjudiciales como residuos de construcción (cemento, hierro, resinas), lubricantes, combustibles, etc.
	Aire	Gases	Aumento en la concentración de gases contaminantes como CO ₂ , SO ₂ , NO _x , hidrocarburos, oxidantes fotoquímicos, etc.
		Partículas	Aumento en la cantidad de material particulado.
	Agua	Aguas superficiales	Alteración en la aportación de las microcuencas y en el flujo de caudales.
		Aguas subterráneas	Alteración del nivel freático o cambios en el régimen de flujo del agua subterránea.
	Procesos Geofísicos	Calidad	Aumento en la concentración de sustancias tóxicas (biocidas, combustibles, lubricantes, lixiviados, etc.), en los niveles de P y N, compuestos orgánicos, aguas residuales que aumentan la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), etc. Incremento en la concentración de sedimentos, sólidos disueltos y suspendidos.
		Dinámica cauces	deAlteración de la dinámica por depósitos de escombros, caminos sobre el lecho, alcantarillas, rectificación y desviación de cauces, cambios en la cobertura vegetal y en la capacidad de transporte, etc.

Propuesta de desagregación del medio ambiente: Sistema Biótico e identificación de posibles alteraciones e impactos.

B I O T I C O	Vegetación	Arboles	Reducción de poblaciones al establecer métodos de muerte en pie, tala de árboles, etc. Aumento o disminución en el número de especies.
		Arbustos herbáceas	yEliminación de especies. Aparición de nuevas especies asociadas a condiciones ambientales diferentes a las actuales.
		Microflora	Incremento y/o reducción de poblaciones. Aumento o disminución de la producción (biomasa, frutos, madera, etc.).
		Fauna terrestre	Aparición, eliminación o reducción de especies o poblaciones. Invasión de nuevas especies y desplazamiento de otras al ocupar su nicho ecológico.
	Fauna	Fauna acuática	Perturbación por ruido, luces, visitantes, etc.
		Microfauna	Aislamiento de especies e individuos por barreras físicas (caminos, canales, presas, etc.) o naturales.
		Cadenas alimenticias	Alteración, aparición o ruptura de cadenas alimenticias, flujos de energía, ciclos biogeoquímicos, etc.
	Procesos Ecológicos	Flujo genético	Invasión y/o desplazamiento de especies nativas, y entrecruzamientos perjudiciales para éstas por la introducción de especies exóticas. Disgènesis, si la base genética de las especies a plantar no es la adecuada.
		Diversidad hábitats	deAlteración de la diversidad de hábitats por ocupación selectiva, destrucción, fragmentación, establecimiento de nuevas coberturas, etc.
		Procesos fundamentales	Interferencia o mejoramiento de procesos ecológicos naturales (reproducción, alimentación, predación, polinización, migración, dispersión, regeneración, etc.).

Anexo V: Propuesta de desagregación del medio ambiente e identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Propuesta de desagregación del medio ambiente: Sistema Antrópico e identificación de posibles alteraciones e impactos.

A N T R O P I C O	Identidad	Mitos, religión	Alteración de contenidos míticos, religiosos y símbolos de la comunidad o de sectores de ella.
	Económico	Arraigo	Desplazamientos forzados, por demoliciones de viviendas o restricciones en el uso del suelo.
		Valores	Alteración de los valores de la comunidad o de sectores de ella, frente a las implicaciones del proyecto.
		Manifestaciones culturales	Modificación de principios reguladores en la relación hombre-medio natural/cultural (vida, pensamiento, valores, cosmovisión, etc.).
		Empleo	Suspensión y/o generación temporal o indefinida de un flujo de ingresos o fuente laboral.
	Tierra	Uso del suelo espacio público	yReducción o pérdida de acceso al suelo, por parte de la comunidad, para cualquiera de sus aprovechamientos actuales: agricultura, ganadería, minería, recreación, etc. Eliminación o restricción de acceso a algunas áreas de libre utilización. Creación de nuevos espacios para desarrollar diferentes actividades.
	Sistema	Componente	Elemento
		Tenencia	Posibles alteraciones o impactos
	Infraestructura y Servicios	Valorización precio de la tierra	yModificación de avalúos catastrales, alterando la estratificación socioeconómica y por consiguiente el valor de los servicios públicos, la renta, el valor de la tierra, etc. Aumento o disminución del precio de la tierra.
		Servicios públicos	Interrupción temporal de servicios públicos.Obstrucción o deterioro de las redes de electricidad, agua, teléfono, alcantarillado, etc.
		Servicios Sociales	Eliminación, deterioro o aparición de estructuras de servicios sociales como hospitales, escuelas, iglesias, etc.
		Vías y transporte	Cambio en rutas, costos, medios de movilización y distancias a recorrer por las personas, para realizar sus actividades cotidianas. Demoras en el flujo vehicular. Deterioro o mejoramiento de la red vial existente. Aislamiento u obstrucción vial (peatonal o vehicular), temporal o permanentemente.
	Salud	Estructura urbana	Modificación, eliminación, incorporación o deterioro de elementos arquitectónicos ordenadores y configuradores de un espacio urbano, así como de edificaciones.
		Olores	Producción de olores por causa de la emanación de compuestos volátiles, gases resultantes de la combustión de maquinaria, procesos constructivos, disposición de aguas negras, etc.
		Ruido	Incremento en los niveles sonoros.
		Riesgos	Aumento de la probabilidad de accidentes debido al tránsito de vehículos y maquinaria, operación de equipos, demoliciones, procesos constructivos, manipulación de sustancias peligrosas, etc.
	Política	Salubridad	Aumento de enfermedades por organismos que se desarrollan en aguas estancadas, mala disposición de residuos y sustancias peligrosas, gases contaminantes, promiscuidad sexual, prostitución
		Sociedad civil	Aparición o desaparición de actores sociales (juntas de acción comunal, ONG=s, organizaciones gremiales industriales, comerciales, agrícolas, etc.).
		Seguridad	Deterioro de las condiciones de seguridad y tranquilidad de la población por la llegada de personal foráneo, aumento de dinero circulante
	Paisaje	Percepción naturalidad	Pérdida y/o aparición de unidades con alto valor paisajístico.Cambios en la ypercepción espacial de la relación entre las construcciones, la vegetación y el tratamiento de superficies en lugares específicos del entorno.
	Educativo Científico	Arqueología y	Destrucción de terrazas indígenas, piezas arqueológicas y complejos funerarios, por la construcción de obras de infraestructura, o actividades relacionadas con la gestión de tierras. Promoción de actividades científicas al dar a conocer a la sociedad el patrimonio arqueológico e histórico, por medio de museos, recorridos, cartillas, etc.
		Ecología	Incorporación de actividades científicas y de conocimiento del entorno, al poner en marcha planes educativos, de reconstrucción del ecosistema, de investigación, etc.

Fuente: Leopold *et al.* (1971); Battelle-Columbus (s.f.) citado por Sanz (1991); Legislación Española de Evaluación de IA (R.D.L. 1302/86 y R.D.L. 1131/88) citada por Baretino (1991) y Gómez y Villarino (1991); y Conesa (1995), entre otros.

Anexo VI: Métodos Matriciales: para la identificación de interacciones actividad del proyecto del medio ambiente y evaluación de impactos ambientales.

Las matrices pueden ser consideradas como listas de control bidimensionales; en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades, propuestas, elementos de impacto, etc.), mientras que en otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Las diferencias entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especificidad de las listas de control, así como el sistema de evaluación del impacto individualizado.

Con respecto a la evaluación, ésta varía desde una simple individualización del impacto (marcada con una suerte de señal, una cruz, guion, asterisco, etc.) hasta una evaluación cualitativa (bueno, moderado, suficiente, razonable) o una evaluación numérica, la cual puede ser relativa o absoluta; en general una evaluación analiza el resultado del impacto (positivo o negativo). Frecuentemente, se critica la evaluación numérica porque aparentemente introduce un criterio de juicio objetivo, que en realidad es imposible de alcanzar. Entre los ejemplos más conocidos de matrices está la matriz de Leopold (1971).

Matriz de Leopold

La matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

El método de Leopold está basado en una matriz de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente y representado por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas. Como resultado, los impactos a ser analizados suman 8 800.

El procedimiento de elaboración e identificación propuesto por Caura & Gómez (1988) es el siguiente:

1. Se elabora un cuadro (fila), donde aparecen las acciones del proyecto.
2. Se elabora otro cuadro (columna), donde se ubican los factores ambientales.
3. Construir la matriz con las acciones (columnas) y condiciones ambientales (filas).
4. Para la identificación se confrontan ambos cuadros se revisan las filas de las variables ambientales y se seleccionan aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.

5. Evaluar la magnitud e importancia en cada celda, para lo cual se realiza lo siguiente:
 - Trazar una diagonal en las celdas donde puede producirse un impacto.
 - En la esquina superior izquierda de cada celda, se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1) delante de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.
 - En la esquina superior derecha colocar un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto (por ejemplo regional frente a local).
6. Adicionar dos filas y dos columnas de celdas de cómputos.
7. Para la identificación de efectos de segundo, tercer grado se pueden construir matrices sucesivas, una de cuyas entradas son los efectos primarios y la otra los factores ambientales.
8. Identificados los efectos se describen en términos de magnitud e importancia.
9. Acompañar la matriz con un texto adicional.

En este método, se entiende por magnitud la extensión del efecto (en términos espaciales). La importancia es una evaluación anticipada de las consecuencias del efecto (Buroz, 1986).

Los inconvenientes de la matriz de Leopold son (Cabeza, 1987; MOPU, 1989):

- Su intención generalista no considera con suficiente exactitud la problemática de la actividad que interesa en un determinado ambiente, por decir los proyectos de riego. Este carácter “no selectivo”, dificulta la atención del evaluador en los puntos de interés más sobresalientes.
- No refleja la secuencia temporal de impactos, pero es posible construir una serie de matrices ordenadas en el tiempo.
- Carecen de capacidad para considerar la dinámica interna de los sistemas ambientales. No obstante, esta carencia puede enmendarse si la matriz utilizada se acompaña de una “matriz de iteraciones”.
- Carecen de capacidad para considerar la dinámica interna de los sistemas ambientales. No obstante, esta carencia puede enmendarse si la matriz utilizada se acompaña de una “matriz de iteraciones”.

EVALUACION AMBIENTAL DE LA FASE I DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD SANDINO.

Tabla A.1. Matriz de Leopold

MEDIO	COMPONENTE	PARAMETROS	ESTABLECIMIENTO PLANTACIONES								MANEJO		INVESTIGACION				CAMINOS		INDUST		AGROPECUARIO				
			Plantones		Plantaciones		Post Forestal		Anexo		Mezclas Genéticas		Século	Construcción	Asfalto	Análisis	Análisis								
			Elm. Cobertura Vegetal	Preparación Mec. Suelo	Elm. Cobertura Vegetal	Preparación Mec. Suelo	Quemas Controladas	Aplicación Inoculantes	Cercos Limpes/mantenedores	Fide y Alambres	Alimentación	Preparación de Faisanes						Aplicación e Inoculantes	Peso	Limpieza de Campos					
													Sem. Claro	Sem. Bordo											
FÍSICO	SUELOS	Peso de erosión																							
		Estructura																							
		Fertilidad																							
	CLIMA	Microclima																							
		Calidad del Aire																							
		Humedad																							
BIOLOGICO	FLORA	Calidad																							
		Composición																							
		Habitat																							
	FAUNA	Especies en Colisión																							
		Variedad de Especies																							
		Especies en Colisión																							
SOCIOECONOMICO	POBLACION	Migración																							
	TERRITORIO	Uso de la Tierra																							
	ECONOMIA	Generación de Empleo																							
	CULTURA	Salud Ambiental																							

Anexo VII: Guía de trabajo para la formulación del plan de manejo ambiental orientado a prevenir, mitigar, corregir compensar y restaurar los impactos ambientales generados por el proyecto.

<u>Programa de Gestión Ambiental</u>	<u>Descripción</u>
Organizar en planes y actividades, describiendo las medidas y acciones necesarias para abordar en forma eficiente los impactos ambientales que se deriven de la construcción, operación y cierre de los componentes del proyecto.	
El PGA debe contener: <ul style="list-style-type: none"> • objetivos, • responsable de ejecución de las medidas, • costos de implementación, • indicadores de cumplimiento, • cronograma y fase de ejecución 	
<u>Plan de medidas ambientales y climáticas</u>	
El plan debe contener al menos los siguientes aspectos :	
Actividad que genere el impacto	
Tipo de impacto a mitigar.	
Medida	
Medidas de adaptación ante el cambio climático para reducir la vulnerabilidad ocasionada por el proyecto.	
Alcances.	
Ubicación espacial.	
Después de las medidas ambientales, se relacionarán aquellos impactos negativos que no tuvieran medidas de mitigación o compensación bajo el subtítulo: IMPACTOS RESIDUALES.	